

14.351/H/02

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS EKONOMI UNIVERSITAS AIRLANGGA DENGAN DAKTILITAS PENUH



RSS
690.73
Man
P-1
2001

DISUSUN OLEH :

DANIEL PERSADANTA MANIK

3198.109.602

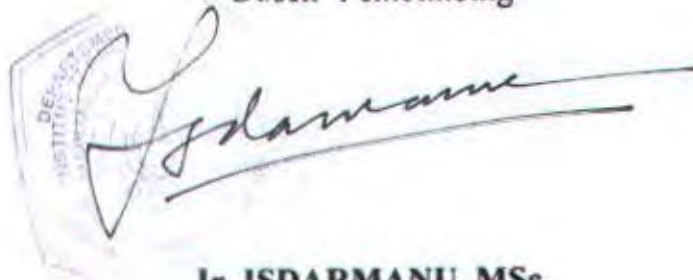
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2001

04/12/01
H
21.4030

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS EKONOMI UNIVERSITAS AIRLANGGA DENGAN DAKTILITAS PENUH

Mengetahui/Menyetujui :
Dosen Pembimbing



Ir. ISDARMANU, MSc.
NIP. 130.535.042

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2001**



ABSTRAK

**PERANCANGAN GEDUNG KULIAH
FAKULTAS EKONOMI UNIVERSITAS AIRLANGGA
DENGAN DAKTILITAS PENUH**

**Daniel Persadanta Manik
3198.109.602**

ABSTRAK

Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga ialah gedung baru yang dibangun sekitar bulan agustus 2000. Pada gedung ini terdapat banyak void yang tersebar tidak seragam di tiap-tiap lantai gedung, sehingga sangatlah perlu pemeriksaan akan bahaya puntir gedung.

"PERANCANGAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS EKONOMI DENGAN DAKTILITAS PENUH", berarti gedung ini harus memenuhi prinsip dari Strong Column-Weak Beam yang artinya kolom harus lebih kuat dari balok untuk menghindari bahaya keruntuhan getas. Untuk itu diperlukan suatu perancangan struktur utama yang meliputi ; Perencanaan balok induk, perencanaan kolom, perencanaan shear wall dan terakhir perencanaan pondasi, sedangkan untuk perancangan struktur sekunder meliputi ; Perencanaan atap baja, perencanaan pelat, perencanaan tangga dan perencanaan balok anak. Pada tugas akhir ini ditentukan bahwa struktur sekunder tidak menerima gaya gempa hanya struktur utama yang memikul gaya gempa yang mana besar faktor pengalinya ialah $K=1$.

Dengan bantuan Structure Analysis Program 90 (SAP 90) didapat gaya-gaya dalam struktur yang sesuai dengan kombinasi pembebanan yang diinginkan untuk merancang gedung ini. Semua hasil perhitungan akan dituangkan dalam bentuk gambar



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur pada Tuhan karna kasihNya yang suci dan kudus dan berkatNya yang melimpah hari lepas hari yang penulis rasakan sehingga penulis dapat memenuhi kewajibannya menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Perancangan Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga Dengan Daktilitas Penuh" sebagai syarat menyelesaikan jenjang pendidikan sarjana

Dengan tujuan agar penulis mempunyai pengalaman dalam menerapkan semua pelajaran-pelajaran yang telah didapat selama menempuh perkuliahan di ITS.

Penulis sadar bahwa ini semua tidak akan selesai tanpa ada bantuan besar dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis sangat ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ir. Isdarmanu, MSc sebagai dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing penulis.
2. Bapa ras Nande dan seluruh keluarga yang telah memberikan support.
3. Ir. Ananta Sigit S, MSc, PhD selaku dosen wali.
4. Mama ras Mami Ir. M. Karo-karo, MSc atas waktu dan perhatiannya.
5. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD selaku Ketua Jurusan Teknis Sipil, FTSP Institut teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
6. Ir. Faimun beserta seluruh dosen-dosen yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan.
7. Ranto S, Rindu Tarigan, Marcos A, Sundawati Br. Pinem dan Seluruh teman-teman mahasiswa Lintas jalur Ekstensi.
8. Semua mahasiswa KARO di ITS.

Penulis sadar bahwa ini belumlah sempurna tanpa kiritikan dan saran dari semua pihak dan semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi yang membutuhkannya.

Surabaya, Juni 2001

PENULIS



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

ABSTRAKSI	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	I-1
1.2. Permasalahan	I-2
1.3. Maksud dan tujuan	I-2
1.4. Ruang lingkup	I-3
1.5. Konsep disain	I-5
1-6. Sistematika penulisa	I-6
BAB II DASAR-DASAR PERENCANAAN	
2.1 Data-data perencanaan	II-1
2.2 Pembebanan	II-1
2.3 Peraturan yang dipakai	II-3
2.4 Perencanaan tahan gempa	II-4
2.4.1. Daktilitas sebagai criteria perancangan struktur tahan gempa	II-4
2.4.1.1.Umum	II-4
2.4.1.2.Pengertian daktalitas	II-5
2.4.1.3.Prinsip pemencaran energi	II-6
2.4.2. Dasar pemilihan tingkat daktilitas penuh	II-9
2.4.3. Langkah perencanaan dengan daktilitas penuh	II-10
2.4.3.1.Perencanaan balok portal terhadap beban lentur	II-10
2.4.3.2.Perencanaan balok portal terhadap beban geser	II-11

2.4.3.3. Perencanaan kolom portal	II-12
2.4.3.4. Perencanaan kolom portal terhadap beban geser	II-13
2.4.3.5. Perencanaan panel pertemuan balok kolom	II-15
2.4.4. Diagram alir langkah-langkah perencanaan struktur	II-18

BAB III. METODOLOGI

3.1. Bagan alur perencanaan struktur	III-1
3.2. Metode analisa dan perhitungan	III-3

BAB IV. PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

4.1. Perencanaan struktur atap	IV-1
4.2. Preliminary disain	IV-27
4.2.1 Dimensi balok	IV-27
4.2.2 Dimensi kolom	IV-27
4.2.3 Dimensi pelat	IV-28
4.2.3.1. Dasar perhitungan dimensi pelat	IV-28
4.2.3.2. Perhitungan tebal pelat lantai	IV-30
4.3. Perencanaan pelat lantai.	IV-35
4.3.1. Pelat dua arah (two way slab)	IV-35
4.3.2. Pelat satu arah (one way slab)	IV-37
4.3.3. Perhitungan penulangan pelat	IV-38
4.4. Perencanaan tangga	IV-46
4.4.1. Modelisasi tangga	IV-46
4.4.2. Pembebanan tangga	IV-48
4.4.3. Perhitungan penulangan pelat tangga	IV-49
4.4.4. Perhitungan penulangan pelat bordes	IV-51

4.4.5. Perhitungan konsol penyangga bordes	IV-53
4.5. Perencanaan balok anak	IV-56
4.5.1. Analisa gaya-gaya dalam balok anak	IV-56
4.5.2. Perhitungan penulangan balok anak	IV-59
4.6. Perencanaan lift	IV-88
4.6.1. Penulangan lentur balok lift	IV-88
4.6.2. Penulangan geser balok lift	IV-90

BAB V. ANALISA STRUKTUR UTAMA

5.1. Data satuan dan data material	V-1
5.2. Pembebanan struktur utama	V-3
5.3. Analisa gempa dinamis	V-5
5.4. Input data SAP 90	V-5
5.5. Simpangan antar tingkat	V-11
5.6. Kontrol gaya gempa dinamis	V-12

BAB VI. PERHITUNGAN STRUKTUR UTAMA

6.1. Umum	VI-1
6.2. Perhitungan penulangan balok induk	VI-2
6.2.1. Perhitungan lentur balok induk	VI-2
6.2.2. Perhitungan momen kapasitas	VI-8
6.2.3. Perhitungan penulangan geser balok	VI-15
6.2.4. Perhitungan panjang penyaluran balok	VI-20
6.3. Komponen struktur kolom	VI-22
6.3.1. Perencanaan kolom terhadap beban lentur dan gaya aksial	VI-22
6.3.2. Contoh perhitungan kolom	VI-30

6.3.3. Perencanaan kolom terhadap geser	VI-36
6.4. Perencanaan pertemuan balok dan kolom	VI-39
6.5. Perencanaan dinding geser	VI-42

BAB VII. PERENCANAAN PONDASI

7.1. Metode Analisa	VII-1
7.2. Data tanah	VII-1
7.3. Perencanaan pondasi tiang pancang	VII-2
7.3.1. Daya dukung tiang	VII-2
7.3.2. Daya dukung tiang pancang	VII-3
7.3.3. Daya dukung satu tiang dalam kelompok	VII-4
7.3.4. Beban maksimum pada tiang akibat aksial dan momen	VII-5
7.3.5. Kontrol tiang terhadap gaya lateral	VII-6
7.3.6. Perencanaan daya dukung pondasi	VII-7
7.3.7. Perencanaan poer	VII-15
7.3.8. Perencanaan sloof (tie beam)	VII-24
7.3.9. Cek tiang pancang terhadap pengaruh pengakutan dan Pengangkatan	VII-30

BAB VIII. KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan	VIII-1
8.2. Saran	VIII-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga adalah gedung milik Universitas Airlangga yang berfasilitaskan area parkir, Ruang Meeting, Ruang Serba guna serta Ruang Kuliah untuk proses belajar mengajar. Dilihat dari sisi arsitektur akan terlihat hal-hal menarik untuk diamati khususnya bagi mahasiswa yang mengambil program studi struktur gedung.

letak Void yang tersebar tidak simetris di tiap lantai gedung membuat pusat massa tiap lantai tidaklah terletak pada satu titik.

Adanya eksentrisitas antara pusat massa dengan pusat kekakuan mengakibatkan timbul momen puntir tingkat pada gedung.

Adanya letak dinding geser ruang lift yang tidak simetris terhadap denah bangunan membuat kekakuan struktur gedung ini menjadi tidak simetris. Dengan mengubah dinding geser menjadi dinding biasa maka diharapkan kekakuan struktur gedung ini simetris.

Dengan adanya kekakuan tingkat gedung yang tidak merata akibat eksentrisitas dengan pusat massa mengakibatkan timbulnya simpangan antar tingkat.

Oleh sebab itu penulis berkesimpulan bahwa gedung ini layak untuk dijadikan bahan Tugas Akhir dengan judul Perancangan Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga Dengan Daktilitas Penuh.

Kriteria perencanaan struktur gedung tahan gempa yang *daktail* dengan faktor jenis struktur K yang minimum ($K=1$) atau daktilitas penuh merupakan suatu perencanaan yang bertujuan merancang suatu struktur yang dapat berperilaku daktail ketika beban lateral (gempa) terjadi dengan membiarkan terbentuknya sendi-sendi plastis pada balok.

1.2. Permasalahan

Di dalam perancangan gedung kuliah FE. UNAIR. terdapat beberapa permasalahan yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- a. Dari latar belakang diatas bahwasanya ada eksentrisitas antara pusat massa dengan pusat kekakuan mengakibatkan timbulnya momen puntir pada gedung sehingga untuk menganalisa struktur gedung tersebut digunakan analisa dinamis dengan bantuan Program SAP 90.
- b. Perencanaan struktur Dengan konsep desain kapasitas, struktur diharapkan dapat memberikan respon inelastis terhadap beban siklis yang bekerja dan mampu menjamin pengembangan mekanisme sendi plastis pada elemen-elemen yang ditentukan dengan kapasitas disipasi energi yang merata tanpa kerusakan struktur. Dengan demikian terjadinya mekanisme sendi plastis harus dikendalikan, dimana sendi plastis tersebut diharapkan terjadi di balok, dengan cara meningkatkan kekuatan unsur yang berbatasan (kolom), sehingga konsep Strong Coloum-weak Beam adalah prinsip dasar perencanaan.
- c. Pada analisa atap baja, bagaimana perilaku baja dapat berperilaku *daktail* seperti yang diharapkan, dengan persyaratan daktilitas penuh
- d. Pada analisa penampang, bagaimana menghitung jumlah tulangan penguat pada beton non-pratekan agar dapat memenuhi syarat-syarat *serviceability* dan nilai K yang telah ditentukan berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03

1.3. Maksud dan tujuan

Tujuan perencanaan secara garis besar adalah untuk merancang struktur yang rasional dengan memenuhi syarat-syarat keamanan atas struktur, berdasarkan kekuatan dan *deformasi* yang timbul di dalam struktur akibat pembebanan khusus yang direncanakan boleh bekerja pada struktur. Serta sebagai syaraat kelulusan untuk program Stara Satu Lintas Jalur Ekstensi .

Pada perencanaan struktur dengan daktilitas penuh atau daktilitas tingkat tiga ($\mu = 4,0$) harus direncanakan terhadap beban siklis gempa kuat sedemikian rupa dengan pendetailan khusus sehingga mampu menjamin terbentuknya

sendi-sendi plastis dengan kapasitas pemencaran energi yang diperlukan. Dalam hal ini beban gempa rencana dapat diperhitungkan dengan menggunakan faktor jenis struktur K minimum sebesar 1,0.

Dengan kata lain perencanaan ini bertujuan khusus untuk menganalisa struktur atas gaya-gaya dalam yang terjadi, sehingga batas keamanan struktur yang ada dapat dikontrol dan dapat dirancang struktur yang aman dan kuat terhadap beban gempa atau beban gravitasi, serta untuk menerapkan ilmu pada perencanaan struktur yang sebenarnya.

1.4. Ruang lingkup

Ruang lingkup tugas akhir ini dibatasi pada perancangan struktur dari Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga Surabaya dengan rincian perencanaan sebagai berikut :

1.4.1. Modelisasi struktur

Adapun modelisasi yang penulis ambil di dalam perancangan Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga adalah :

1. Struktur utama dimodelkan sebagai struktur open frame tiga dimensi (Space Frame). dengan dinding geser.
2. Untuk menjamin agar sendi-sendi plastis terjadi pada balok maka Strong Coloum-Weak Beam menjadi dasar perencanaan.
3. Balok anak hanya bersifat membebani struktur utama yang berupa beban terpusat, tetapi tidak mempengaruhi perilaku struktur.
4. Pelat dianggap sebagai diafragma yang kaku untuk mendistribusikan beban lateral kepada kolom portal dan dinding geser (*shearwall*)
5. Perencanaan tiang pancang penulis menggunakan tiang pancang WKA.

1.4.2. Data bangunan

Data bangunan Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga ini adalah sebagai berikut :

- $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- Mutu baja (f_y) = $390 \text{ MPa} = 3900 \text{ kg/cm}^2$
- Mutu baja profil struktur atap BJ 37 (f_y) = $240 \text{ MPa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

1.4.4. Perhitungan struktur

Dalam perancangan Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga dengan daktalitas penuh ini, penulis mencoba membatasi perhitungan struktur tanpa mengurangi isi dari Tugas Akhir itu sendiri diantaranya :

1. Perhitungan dan gambar yang dibuat tidak mencakup bidang arsitektural dan mechanical & electrical.
2. Perencanaan struktur utama yang meliputi pendimensian dan penulangan kolom, balok induk dan dinding geser
3. Pada struktur atap, perencanaan profil dan detail sambungan
4. Perencanaan struktur bawah yang meliputi perencanaan pondasi dalam, sloof dan poor.

Hasil perhitungan dituangkan dalam bentuk gambar-gambar struktur berupa rencana detail sambungan atap baja dan penulangan plat, balok anak, tangga, balok induk, kolom, dinding geser dan pondasi yang dibuat dengan memperhatikan pendetailan yang diisyaratkan dalam peraturan.

1.5. Konsep desain

Ada dua aspek yang sangat penting yang menjadi landasan disain yaitu aspek teknis dan aspek ekonomis.

1.5.1. Aspek teknis

Falsafah dasar dalam merencanakan bangunan dengan struktur tahan gempa, adalah :

- a. Bangunan tidak boleh rusak oleh gempa kecil

- b. Akibat gempa sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan hanya pada elemen-elemen sekunder
- c. Akibat gempa besar, bangunan boleh rusak asal tidak mengalami keruntuhan mendadak (*brittle*) untuk memenuhi falsafah tersebut, maka suatu struktur harus direncanakan dengan disain tertentu.

1.5.2. Aspek ekonomis

Pada tugas akhir ini, kami selaku penulis tidak membahas mengenai hal-hal yang berkaitan dengan masalah biaya tersebut.

1.5.3. Aspek pelaksanaan

Pada tugas akhir ini, kami selaku penulis tidak membahas mengenai hal-hal yang berkaitan pelaksanaan pekerjaan dilapangan.

1.6. Sistematika penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini mencakup beberapa masalah dan perhitungan struktur yang disajikan dalam beberapa bab :

- Bab I

Pada bab ini, merupakan bab pertama yang menyajikan pokok bahasan masalah, yaitu mengenai latar belakang penulisan Tugas Akhir, konsep modelisasi perencanaan, data-data fisik perencanaan, mutu bahan material yang digunakan dan batasan masalah yang akan dibahas.

- Bab II

Pada bab ini, menjelaskan sebagian teori penunjang yang akan digunakan dalam perhitungan perencanaan serta peraturan-peraturan yang akan dipakai sebagai acuan perhitungan struktur, di samping itu juga ada data-data bahan material bangunan dan tipe/macam pembebanan yang digunakan.

- Bab III

Pada bab ini, menyajikan bagan alir dari perencanaan tugas akhir serta metode yang akan dipakai dalam menganalisa perhitungan struktur.

- Bab IV

Pada bab ini, menyajikan perhitungan struktur sekunder yang meliputi : perhitungan tebal pelat, perhitungan perencanaan tulangan pelat, perhitungan perencanaan tangga, perhitungan perencanaan balok anak, dan perhitungan perencanaan atap baja.

- Bab V

Pada bab ini, menganalisa struktur utama melalui program SAP90 yang dimodelkan tiga dimensi serta kontrol analisa dari program tersebut setelah dilakukan running program.

- Bab VI

Pada bab ini, menyajikan perhitungan struktur utama yang meliputi : perhitungan perencanaan balok induk, perhitungan perencanaan kolom, perhitungan perencanaan pertemuan balok-kolom, dan perhitungan perencanaan dinding geser.

- Bab VII

Pada bab ini, membahas perencanaan pondasi yang didasarkan pada hasil uji SPT (*Standard Penetration Test*) kemudian dilakukan perhitungan : daya dukung pondasi, perhitungan jumlah tiang pancang, perhitungan perencanaan poer, perhitungan perencanaan sloof dan perhitungan kontrol terhadap tiang pancang terhadap pengangkatan dan pengangkatan.

- Bab VIII

Pada bab ini, menyajikan kesimpulan dan saran penulisan Tugas Akhir.

- Lampiran

Hal-hal yang mengenai tabel-tabel perhitungan dan lampiran penunjang perencanaan lainnya.



BAB II
DASAR-DASAR PERENCANAAN

BAB II

DASAR PERENCANAAN

2.1. Data-data perencanaan

2.1.1. Data umum bangunan

Gedung Kampus Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga Surabaya adalah gedung perkuliahan yang dilengkapi sarana area parkir, ruang serba gunadan ruang-ruang meeting. Bangunan secara umum memiliki ketinggian yang tidak sama di karenakan fungsi dari tiap lantai tidaklah sama, dimana lantai 1 dan 2 digunakan untuk area parkir, lantai 3 untuk ruang serba guna, lantai 4 terdapat balkon, lantai 5 digunakan untuk Bisnis Center dan lantai 6 serta 7 digunakan untuk ruang kuliah. Konstruksi atap bangunan menggunakan konstruksi baja dan struktur bangunan direncanakan dengan memakai sistim beton bertulang dengan metoda daktilitas penuh.

2.1.2. Data tanah

Dari data tanah yang ada menunjukkan bahwa kondisi tanah di bawah gedung FE.UNAIR adalah tanah lempung, dan berdasarkan data tanah hasil uji *sondir* dan hasil uji SPT (*Standard Penetration Test*) oleh Testana diperoleh bahwa tanah keras terletak cukup dalam, sehingga dalam perencanaan struktur bawah digunakan tiang pancang dari WIKA

2.2. Pembebanan

Jenis-jenis pembebanan yang harus diperhitungkan dalam perencanaan ulang struktur Gedung FE.UNAIR adalah :

1. Beban mati

Berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung itu.

2. Beban hidup

Semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah. Adapun menurut PPI'83 pasal 3.1. besarnya beban hidup yang bekerja tergantung dari fungsi ruang itu sendiri, dalam perencanaan ini dipakai besaran-besaran sebagai berikut :

- Lantai *auditorium*/pertemuan = 400 kg/m^2
- Lantai sekolah, ruang kuliah = 250 kg/m^2
- Tangga, bordes tangga dan gang = 300 kg/m^2
- Atap = 50 kg/m^2

3. Beban gempa

Semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh gerakan tanah akibat gempa itu.

4. Beban angin

Semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

5. Beban lift

Menurut fungsinya lift dibagi menjadi beberapa macam yaitu : lift *service*/barang, lift rumah sakit, lift *observasi* dan lift *mini/dumbwaiter*. Tetapi menurut jenisnya Lift dibagi menjadi dua macam yaitu :

a. Lift hidrolik

Lokasi ruang mesin lift hidrolik ini berada di lantai bawah (lantai 1 atau basement), sehingga biaya konstruksi lebih ringan, arsitekturnya lebih indah karena ruang lift tidak menonjol di atas gedung.

Tetapi lift hidrolik ini terbatas untuk kecepatan lift maksimum : 30 s/d 50 m/menit dan tinggi gedung maksimum 5 lantai atau stop dengan jarak tempuh sampai 16 m. Keterbatasan ini disebabkan karena dimensi pipa plunyer. Pembahasan lebih lanjut tidak akan dijelaskan pada Tugas Akhir ini karena lift ini tidak dipergunakan pada perencanaan selanjutnya.

b. Lift traksi (dengan penggerak motor)

Pada umumnya gedung-gedung tinggi di Indonesia memiliki lift traksi. Lift traksi dihubungkan dengan kabel-kabel atau kabel lift ke motor atau motor lift.

Pada Tugas Akhir ini dipergunakan lift traksi dengan type WVF 60,90,105 M/Min. Sesuai dengan kapasitas penumpang, kecepatan lift yang diperlukan, jumlah lantai yang dilayani dan jarak yang tempuh maka dipilih lift dengan spesifikasi sebagai berikut :

- kapasitas penumpang = 11 orang
- beban = 680 kg
- kecepatan (*speed*) = 60 m/menit
- beban reaksi (kg) = ($R_1 = 5100$, $R_2 = 3750$)
- ruang lift = 2 buah

2.3. Peraturan-peraturan yang dipakai

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memakai pedoman dari beberapa peraturan yang ada antara lain :

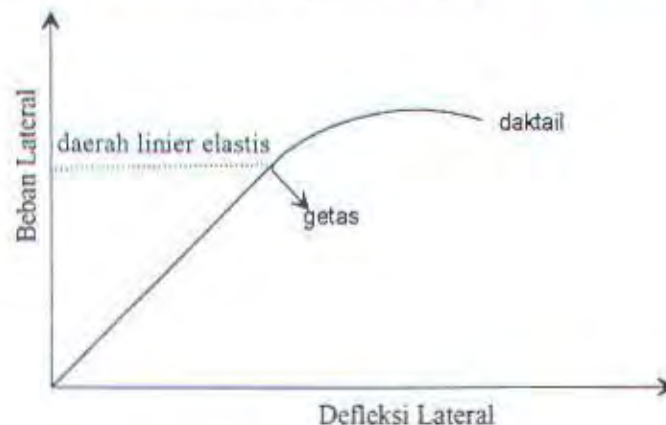
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971, "Peraturan Beton Indonesia" (PBI'71)
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983, "Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung" (PPIUG'83)
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983, "Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung"
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983, "Peraturan Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung"
- Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1984, "Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia" (PPBBI'84)
- Departemen Pekerjaan Umum, 1991, "Standart Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung" (SKSNI T-15-1991-03)

2.4. Perencanaan tahan gempa

2.4.1. Daktilitas sebagai kriteria perancangan struktur tahan gempa

2.4.1.1. Umum

Dalam menganalisa struktur terhadap beban gempa, tidak terlepas dari sifat-sifat dan kelakuan unsur-unsur strukturnya saat mengalami beban gempa. Untuk menganalisa pengaruh beban gempa diidealisasikan berupa beban bolak-balik. Sifat dan kelakuan unsur struktur tersebut digambarkan dalam bentuk kurva kelakuan beban versus defleksi. Dimana unsur struktur mengalami pembebanan sampai keadaan batas (*ultimate*) yang terlihat pada gambar 2-1.



Gambar 2-1. Kurva perilaku beban *defleksi* untuk balok lentur.

Dari kurva tersebut dapat dilihat adanya perbedaan antara kelakuan getas (*brittle*) dan kelakuan liat (*ductile*). Pemahaman terhadap karakteristik kurva tersebut sangat diperlukan karena alasan-alasan sebagai berikut :

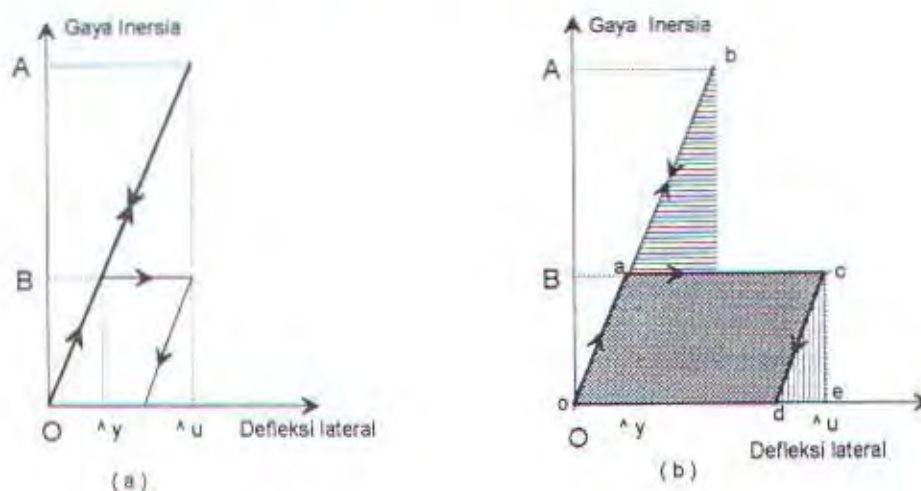
1. Kegagalan getas pada unsur-unsur struktur tidak boleh terjadi. Dalam kondisi dimana struktur dibebani lebih hingga mendekati keruntuhan, maka struktur harus mengalami defleksi yang cukup besar. Sehingga keselamatan jiwa dapat dijamin dengan adanya peringatan deformasi unsur struktur tersebut, disamping juga dapat mencegah keruntuhan total struktur
2. Perencanaan mekanisme runtuh pada struktur dilakukan dengan memberikan beban sampai pada saat beban batas hampir tercapai, beberapa penampang unsur struktur memikul momen tahanan batas akan mengalami rotasi plastis, dimana

pada penampang lain momen tahanan belum mencapai batas maksimumnya. Penambahan beban akan menyebabkan meningkatnya nilai momen tahanan penampang-penampang yang belum mengalami rotasi plastis, sampai dicapai kekuatan batasnya. Sementara pada penampang yang mengalami rotasi plastis, penambahan beban hanya akan menambah perputaran rotasi plastisnya

2.4.1.2. Pengertian daktilitas

Sesuai dengan filosofi perencanaan bangunan tahan gempa di Indonesia menurut PPTGIUG '83 bahwa perencanaan dari suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah menjamin struktur bangunan tersebut agar tidak rusak/runtuh oleh gempa kecil atau sedang, tetapi oleh gempa yang kuat struktur utama boleh rusak tetapi tidak boleh sampai terjadi suatu keruntuhan gedung. Hal ini dapat dicapai jika struktur gedung tersebut mampu melakukan perubahan bentuk secara daktil, dengan cara memencarkan energi gempa serta membatasi gaya gempa yang bekerja padanya.

Seperti diilustrasikan pada gambar 2-2 saat terjadi gempa kuat struktur yang direncanakan berperilaku elastis harus dapat memikul beban gempa sebesar OA. Bila struktur ternyata mampu berperilaku daktil dengan membentuk sendi plastis, maka taraf pembebanan gempa cukup ditentukan sebesar OB yang beberapa kali lebih kecil dari OA.



Gambar 2-2. Respon struktur yang berperilaku elastis dan *elastoplastis* saat terjadi

gempa besar

$$\mu = \frac{\delta u}{\delta y} \rightarrow R = \frac{OA}{OB} = \mu$$

$$\mu = \frac{\delta u}{\delta y} \rightarrow R = \frac{OA}{OB} = \sqrt{2\mu - 1}$$

- a). Respons dengan defleksi maksimum sama
- b). Respons dengan energi potensial sama

Serangkaian hasil analisa dinamis menunjukkan, bahwa struktur daktail dengan waktu getar alami, T yang relatif panjang cenderung untuk memiliki respon *elastoplastis* dengan *defleksi* maksimum yang sama besar dengan *defleksi* maksimum respon elastisnya. Besarnya faktor pembatasan beban gempa R sama dengan besarnya daktilitas struktur (μ), yang merupakan rasio antara defleksi maksimum (δu) dan *defleksi* saat leleh pertama (δy), sedangkan struktur dengan waktu getar alami, T yang relatif pendek cenderung berperilaku *elastoplastis* dengan energi potensial yang sama besar dengan energi potensial respon elastisnya.

Energi total yang tersimpan pada keadaan deformasi maksimum adalah luas o-a-c-e, tetapi bila struktur dikembalikan pada keadaan tanpa beban, beban geser = 0, maka tidak semua energi dipakai untuk mengembalikan pada kondisi awal, tetapi hanya sebagian energi saja, yaitu luas c-d-e yang kembali menjadi energi kecepatan. Perilaku *elastoplastis* merupakan dasar teknik penyimpanan energi yang dipakai untuk perencanaan struktur daktail.

Umumnya struktur beton bertulang mampu mengalami *defleksi* maksimum (δu) sebesar 4 kali defleksi leleh pertama (δy) tanpa penurunan kekuatan yang berarti, atau secara umum dinyatakan : $\mu = \frac{\delta u}{\delta y} = 4$.

Untuk menciptakan struktur beton bertulang yang mempunyai daktilitas tinggi, yaitu mempunyai $\mu \geq 4$, maka diperlukan teknik penyelesaian detail tulangannya secara khusus.

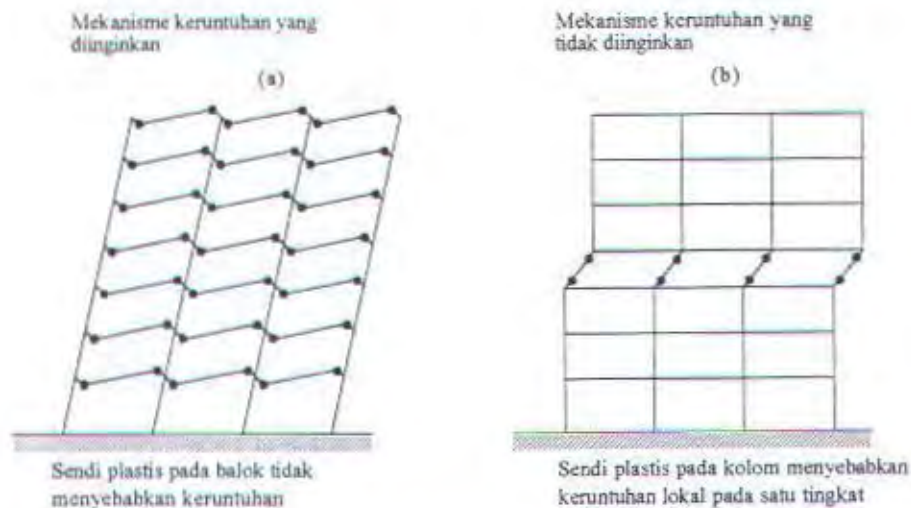
2.4.1.3. Prinsip pemencaran energi

Di dalam buku Pedoman Perencanaan untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983, menetapkan suatu

taraf beban gempa rencana yang menjamin suatu struktur agar tidak rusak karena gempa-gempa kecil atau sedang, tetapi saat dilanda gempa kuat yang jarang terjadi, struktur tersebut mampu berperilaku daktail dengan memencarkan energi gempa dan sekaligus membatasi beban gempa yang masuk ke dalam struktur. Untuk menghadapi gempa kuat yang mungkin terjadi dalam periode waktu tertentu, misalnya 200 tahun, maka mekanisme keruntuhan suatu portal rangka terbuka beton bertulang dipilih sedemikian rupa sehingga pemencaran energi gempa terjadi secara memuaskan dan keruntuhan yang bersifat *katastropik* dapat dihindarkan.

Gambar 2-3, memperlihatkan dua mekanisme yang khas dapat terjadi pada portal-portal rangka terbuka. Mekanisme goyang dengan pembentukan sebagian besar sendi plastis pada balok-balok lebih dikehendaki daripada mekanisme dengan pembentukan sendi plastis yang terpusat hanya pada ujung-ujung kolom suatu lantai (*soft-storey mechanism*), karena beberapa alasan sebagai berikut :

1. Pada mekanisme pertama (Gambar 2-3a) pemencaran energi gempa terjadi di dalam banyak unsur, sedangkan pada mekanisme kedua (Gambar 2-3b) pemencaran energi terpusat pada sejumlah kecil kolom-kolom struktur
2. Pada mekanisme pertama, bahaya ketidakstabilan akibat $P-\Delta P$ jauh lebih kecil dibandingkan dengan yang mungkin terjadi pada mekanisme kedua (*soft-story mechanism*).
3. Daktilitas kurvatur yang dituntut dari balok untuk menghasilkan daktilitas struktur tertentu, misalnya $\mu = 4$, pada umumnya jauh lebih mudah dipenuhi daripada pada kolom yang seringkali tidak memiliki cukup daktilitas akibat besarnya gaya aksial tekan yang bekerja.



Gambar 2-3. Mekanisme yang sering terjadi pada portal terbuka

Guna menjamin terjadinya mekanisme goyang dengan pembentukan sebagian besar sendi plastis pada balok, konsep disain kapasitas diterapkan untuk merencanakan agar kolom-kolom lebih kuat dari balok-balok portal (*strong column - weak beam*). Keruntuhan geser pada balok yang bersifat getas juga diusahakan agar tidak terjadi lebih dahulu dari kegagalan akibat beban lentur pada sendi-sendi plastis balok setelah mengalami rotasi-rotasi yang cukup besar.

Pada prinsipnya, dengan "Konsep Disain Kapasitas" elemen-elemen utama penahan beban gempa dapat dipilih, direncanakan dan didetail sedemikian rupa, sehingga mampu memencarkan energi gempa dengan deformasi inelastis yang cukup besar tanpa runtuh, sedangkan elemen-elemen lainnya diberi kekuatan yang cukup, sehingga mekanisme yang telah dipilih dapat dipertahankan pada saat terjadi gempa kuat.

Mengenai tingkatan daktilitas yang dirancang, SK SNI T '91 pasal 3.14.1 mengklasifikasikan tingkat daktilitas sebagai berikut :

a. Tingkat daktilitas 1

Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga penyelesaian detail pada struktur bangunan sangat sedikit (struktur sepenuhnya elastis). Beban rancang lateral dasar harus dikalikan 4. Karena besarnya beban gempa, maka ukuran

penampang menjadi sangat besar, sehingga perencanaan dengan cara ini tidak layak lagi.

b. Tingkat daktilitas 2

Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga penyelesaian detail khusus akan memungkinkan struktur memberikan respon *inelastis* terhadap beban siklis yang bekerja tanpa mengalami keruntuhan getas. Beban rancang lateral harus dikalikan 2.

c. Tingkat daktilitas 3

Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga penyelesaian detail khusus akan memungkinkan suatu struktur memberikan respon *inelastis* terhadap beban siklis yang bekerja dan mampu menjamin pengembangan mekanisme sendi plastis dengan kapasitas disipasi energi yang diperlukan tanpa mengalami keruntuhan. Beban rancang lateral dasar yang ditetapkan dalam PPTGIUG '83 harus diperhitungkan dengan faktor $K = 1$. Metode perencanaannya disebut Perencanaan Disain Kapasitas (*capacity design*) dengan prinsip *strong column - weak beam*.

2.4.2. Dasar pemilihan tingkat daktilitas penuh

Bila suatu gedung direncanakan dengan tingkat daktilitas 1, faktor jenis struktur (K) adalah 4, maka beban gempa yang direncanakan adalah 4 kali beban gempa yang dihitung sesuai dengan analisa respon *spektrum*. Karena besarnya beban gempa tersebut, maka ukuran penampang menjadi sangat besar, sehingga perencanaan bangunan menjadi tidak ekonomis lagi.

Pada struktur dengan daktilitas 2 (daktilitas terbatas), faktor jenis struktur (K) adalah 2, artinya beban gempa hanya dikalikan 2 sehingga tuntutan daktilitas untuk mengatasi gempa-gempa kuat yang melampaui taraf gempa rencana tidak setinggi perencanaan pada struktur dengan daktilitas penuh. Perencanaan dengan daktilitas terbatas masih belum ekonomis karena melihat perkalian gempa adalah 2. Karena melihat tidak ekonomisnya perencanaan di atas, maka dipilih direncanakan dengan daktilitas penuh.

Perencanaan struktur dengan daktilitas 3 (daktilitas penuh), faktor jenis struktur (K) adalah 1, artinya beban gempa hanya dikalikan 1, sehingga dengan demikian struktur lebih ekonomis. Konsekuensi dari perencanaan tersebut memerlukan prosedur disain yang lebih kompleks dan rumit karena harus menghitung kapasitas dari struktur tersebut (metode disain kapasitas). Selain itu untuk mencapai nilai daktilitas yang disyaratkan dibutuhkan pengaturan penulangan yang cukup rumit pada tempat-tempat terjadinya sendi plastis.

2.4.3. Langkah perencanaan dengan daktilitas penuh

Struktur mampu merespon gempa kuat secara inelastis sambil mengembangkan mekanisme sendi plastis di dalam balok-baloknya, dengan kapasitas pemencaran energi yang baik tanpa mengalami keruntuhan.

2.4.3.1. Perencanaan balok portal terhadap beban lentur

Kuat lentur perlu balok portal yang dinyatakan dengan $M_{u,l}$ harus ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan tanpa atau dengan beban gempa, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M_{u,b} &= 1,2 M_{D,b} + 1,6 M_{L,b} && \text{..... SK SNI '91 pasal 3.2.1} \\ &= 1,05 [M_{D,b} + M_{L,b} + M_{E,b}] && \text{..... SK SNI '91 pasal 3.2.4a} \\ &= 0,9 [M_{D,b} + M_{E,b}] && \text{..... SK SNI '91 pasal 3.2.4b} \end{aligned}$$

dimana :

$M_{D,b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban mati tak berfaktor

$M_{L,b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban hidup tak berfaktor dengan memperhitungkan reduksinya sehubungan dengan peluang terjadinya pada lantai tingkat yang ditinjau, sesuai dengan "Tata cara Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987, SNI 1727-1989 F"

Dalam metoda disain kapasitas ini perlu dihitung kapasitas lentur sendi plastis balok setelah dilakukan penulangan lenturnya. Guna memperhitungkan adanya kemungkinan peningkatan kuat lentur penampang balok di daerah sendi plastis, SK SNI T-15-1991-03 menetapkan :

$$M_{kap,b} = \phi_o M_{n_{ak,b}}$$

dimana :

$$\phi_o = 1,25 \quad \text{untuk } F_y \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$\phi_o = 1,40 \quad \text{untuk } F_y \geq 400 \text{ Mpa}$$

$M_{n_{ak,b}}$ = Kuat lentur momen nominal aktual balok yang dihitung dari tulangan yang sebenarnya ada pada penampang balok yang ditinjau.

$M_{kap,b}$ = Kapasitas lentur aktual balok pada pusat pertemuan balok kolom dengan memperhitungkan luas tulangan yang sebetulnya terpasang.

ϕ_o = Faktor "overstrength" struktur

2.4.3.2. Perencanaan balok portal terhadap beban geser

Sesuai dengan konsep disain kapasitas, kuat geser balok portal yang dibebani oleh beban gravitasi sepanjang bentangnya harus dihitung dalam kondisi terjadi sendi-sendi plastis pada kedua ujung balok portal tersebut, dengan tanda yang berlawanan (positif dan negatif).

Gaya geser rencana:

$$V_{u,b} = 0,7 \times \frac{M_{kap} + M'_{kap}}{L_n} + 1,05 V_g$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,b} = 1,05 \times \left[V_{D,b} + V_{L,b} + \frac{4,0}{K} \times V_{E,b} \right]$$

dimana :

M_{kap} = Momen nominal aktual pada ujung komponen dengan memperhitungkan kombinasi momen positif dan momen negatif.

M_{kap} = Momen kapasitas balok di sendi plastis pada bidang muka kolom sebelahnya.

L_n = Bentang bersih balok.

V_D = Gaya geser balok akibat beban mati.

V_L = Gaya geser akibat beban hidup.

$V_{E,b}$ = Gaya geser akibat beban gempa

2.4.3.3. Perencanaan kolom portal

Akibat pengaruh beban dinamis ini banyak kemungkinan terjadinya sendi plastis pada ujung-ujung kolom diatas lantai dasar. Untuk mencegah terjadinya sendi plastis ini, SK SNI '91 menentukan penggunaan koefisien pembesar dinamis (ω_d), sehingga momen rencana balok menjadi :

$$\Sigma M_{u,k} = 0,70 \times (\omega_d) \times \Sigma M_{kap,b}$$

atau

$$M_{u,k} = 0,7 \times (\omega_d) \times \alpha_k \times (M_{kap,ki} + M_{kap,ka})$$

Tetapi dalam segala hal tidak boleh lebih besar dari :

$$\Sigma M_{u,k} = 1,05 \times (M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{k} + M_{E,k})$$

dimana :

$\Sigma M_{u,k}$ = Jumlah momen rencana kolom pada pusat join. Kuat kolom harus dihitung untuk gaya aksial berfaktor yang konsisten dengan arah dari gaya lateral yang ditinjau

ω_d = Faktor pembesar dinamis, diambil = 1,3

α_k = Faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau sesuai dengan kekakuan relatif kolom atas dan kolom bawah

$M_{kap,ki}$ = Momen kapasitas lentur balok di sebelah kiri bidang muka kolom

$M_{kap,ka}$ = Momen kapasitas lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom

- $M_{D,k}$ = Momen pada kolom akibat beban mati
 $M_{L,k}$ = Momen pada kolom akibat beban hidup
 $M_{E,k}$ = Momen pada kolom akibat beban gempa
 K = Faktor jenis struktur ($k \geq 1,0$).

Sedangkan beban aksial rencana, $N_{u,k}$ yang bekerja pada kolom dengan daktilitas penuh dihitung dari :

$$N_{u,k} = \frac{0,7 \times R_n \times \sum M_{kap,b}}{L_b} + 1,05 \times N_{g,k}$$

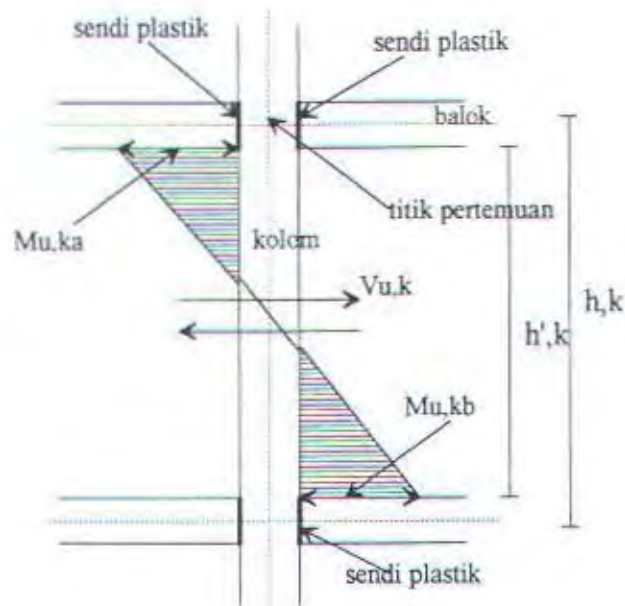
Tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$N_{u,k} = 1,05 \times \left(N_{g,k} + \frac{4,0}{k} N_{E,k} \right)$$

dimana :

- R_n = Faktor reduksi yang ditentukan sebesar
 1,0 untuk: $1 < n < 4$
 1,1 - 0,025 n untuk: $4 < n < 20$
 0,6 untuk: $n > 20$
 n = Jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau
 L_b = Bentang balok dari pusat ke pusat kolom
 $N_{g,k}$ = Gaya aksial kolom akibat beban gravitasi
 $N_{E,k}$ = Gaya aksial kolom akibat beban gempa.

Dalam segala hal, kuat lentur rencana kolom portal berdasarkan tulangan longitudinal yang terpasang harus dapat menampung kombinasi beban berfaktor oleh beban gravitasi dan beban gempa dalam 2 arah yang saling tegak lurus (100% dalam satu arah, 30% dalam arah tegak lurus pada arah tersebut), sesuai dengan "Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1983".



Gambar 2-4. Mekanisme gaya geser di kolom saat terjadi sendi plastis di balok

2.4.3.4. Perencanaan kolom portal terhadap beban geser

Kuat geser perlu bagi kolom portal berdasarkan terjadinya momen kapasitas disendi plastis pada ujung-ujung balok yang bertemu pada kolom itu harus dihitung sebagai berikut :

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k,a} + M_{u,k,b}}{h'_k}$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,k} = 1,05 \times (V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4,0}{k} V_{E,k})$$

dimana :

$M_{u,k,a}$ = Momen rencana kolom pada ujung atas kolom pada bidang muka balok

$M_{u,k,b}$ = Momen rencana kolom pada ujung bawah kolom pada bidang muka balok

h'_k = Tinggi bersih kolom rangka yang ditinjau.

2.4.3.5. Perencanaan panel pertemuan balok kolom

Panel pertemuan balok kolom portal harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan kuat geser horisontal perlu V_{uh} dan kuat geser vertikal perlu V_{uv} yang berkaitan dengan terjadinya momen kapasitas pada sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu pada kolom itu. Gaya-gaya yang membentuk keseimbangan pada join rangka adalah seperti yang terlihat pada gambar 2-4, dimana gaya geser horisontal :

$$V_{jh} = C_{ki} + T_{ka} - V_{kol}$$

dimana :

$$C_{ki} = T_{ki} = 0,7 \times \frac{M_{kap,ki}}{Z_{ki}}$$

$$T_{ka} = C_{ka} = 0,7 \times \frac{M_{kap,ka}}{Z_{ka}}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \times \left(\frac{L_{ki}}{L_{ki'}} \times M_{kap,ki} + \frac{L_{ka}}{L_{ka'}} \times M_{kap,ka} \right)}{\frac{1}{2} \times (h_{k,a} + h_{k,b})}$$

Tegangan geser horisontal nominal dalam join adalah

$$v_{jh} = \frac{V_{jh}}{b_j \times h_c}$$

dimana :

b_j = Lebar efektif join (mm)

h_c = Tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau (mm)

$$v_{jh} \leq 1,5 \times \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (\text{MPa})$$

Sedang, gaya geser horisontal V_{jh} ditahan oleh dua mekanisme kuat geser inti join :

- a. Strat beton diagonal yang melewati daerah-daerah tekan ujung join yang memikul gaya geser V_{ch}

- b. Mekanisme panel rangka yang terdiri dari sengkang horisontal dan strat beton diagonal daerah tarik join yang memikul gaya geser V_{sh} .

Besar V_{ch} harus diambil sama dengan nol kecuali :

- a. Tegangan tekan rata-rata minimal pada penampang bruto kolom beton di atas join termasuk tegangan prategang, apabila ada yang melebihi nilai $0,1 \times f_c$, maka :

$$V_{ch} = \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{N_{u,k}}{A_g} \right)} - 0,10 \times f_c \times b_j \times h_c$$

- b. Balok diberi gaya prategang yang melewati join, maka :

$$V_{ch} = 0,7 \times P_{cs}$$

dengan P_{cs} adalah gaya permanen dalam baja prategang yang terletak di sepertiga bagian tengah tinggi kolom

- c. Seluruh balok join dirancang sehingga penampang kritis dari sendi plastis terletak pada jarak yang lebih kecil dari tinggi penampang balok diukur dari muka kolom, maka :

$$V_{ch} = 0,5 \times \frac{A'_s}{A_s} \times V_{jh} \times \left(1 + \frac{N_{u,k}}{0,4 \times A_g \times f'_c} \right)$$

dimana :

$$\frac{A'_s}{A_s} < 1$$

sedangkan :

$$V_{sh} = V_{jh} - V_{ch}, \text{ dan luas tulangan geser horisontal efektif } (A_{sh})$$

$$V_{jh} = \frac{V_{jh}}{f_y}, \text{ yang harus didistribusikan secara merata di antara tulangan balok longitudinal atas dan bawah.}$$

kolom dan dijangkarkan secukupnya untuk meneruskan gaya tarik yang disyaratkan ke dalam join.

2.4.4. Persyaratan perencanaan seismik untuk komponen struktur dengan daktilitas penuh

2.4.4.1. Komponen struktur rangka yang menahan beban lentur (balok)

1. Gaya tekan aksial terfaktor yang bekerja pada komponen struktur tersebut tidak melebihi ($A_g f_c/10$)
2. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya kecuali untuk balok perangkai dinding geser
3. Rasio lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0,3
4. Lebar tidak boleh (a) kurang dari 250 mm, dan (b) lebih dari lebar komponen penumpu (diukur dari bidang tegak lurus terhadap sumbu longitudinal komponen lentur) ditambah jarak yang tidak melebihi tiga perempat tinggi komponen lentur pada tiap sisi komponen penumpu
5. Eksentrisitas antara titik berat balok dan titik berat kolom tidak melampaui seperempat tinggi komponen lentur pada tiap sisi komponen penumpu
6. Pada sebarang penampang suatu komponen struktur lentur, jumlah tulangan atas maupun bawahnya tidak boleh kurang dari $(1,4 b_w d/f_y)$ dan rasio tulangan tidak boleh melampaui $(7 b_w d/f_y)$. Paling tidak harus disediakan dua batang tulangan menerus pada kedua tulangan atas dan bawah
7. Kuat momen positif pada sisi muka join tidak boleh kurang dari 1/2 kuat momen negatif yang disediakan pada sisi muka join tersebut. Pada sebarang penampang komponen struktur tersebut, kuat momen positif maupun kuat momen negatifnya tidak boleh kurang dari seperempat kuat momen maksimum yang terdapat pada kedua ujung join
8. Sambungan lewatan tulangan lentur hanya diperbolehkan bila sepanjang daerah sambungan lewatan tadi dipasang tulangan sengkang penutup asal tulangan spiral. Jarak maksimum tulangan transversal yang melilit batang tulangan yang di

sambung lewat tidak boleh melebihi $d/4$ atau 100 mm. Sambungan lewat tidak boleh digunakan :

- (a) dalam daerah join
- (b) dalam jarak dua kali tinggi komponen struktur muka join
- (c) pada lokasi dimana analisis menunjukkan terjadinya leleh lentur akibat perpindahan lateral *inelastis* rangka.

9. Sambungan las dan sambungan mekanikal yang memenuhi ketentuan SK SNI '91 boleh digunakan untuk penyambungan tulangan, asal pelaksanaan penyambungan pada suatu penampang pada tiap lapis tulangan tidak lebih dari pelaksanaan berselang, dan jarak sumbu dari sambungan batang yang berdekatan tidak kurang dari 600 mm, diukur sepanjang sumbu longitudinal dari komponen struktur rangka.

10. Sengkang tertutup harus di pasang pada daerah berikut dari komponen struktur rangka :

- a) Sepanjang dua kali tinggi komponen struktur diukur dari muka komponen struktur pendukung ke arah tengah bentang, pada kedua ujung komponen struktur lentur
- b) Sepanjang dua kali tinggi komponen struktur pada kedua sisi suatu penampang yang mungkin terjadi leleh lentur sehubungan dengan perpindahan lateral *inelastis* rangka.

11. Sengkang tertutup yang pertama harus di pasang tidak lebih dari 50 mm diukur dari sisi muka suatu komponen struktur pendukung. Spasi maksimum dari sengkang tersebut tidak boleh melebihi :

- a) $d/4$
- b) delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil
- c) 24 kali diameter batang sengkang
- d) 200 mm
- e) $\frac{1600 \times f_y \times A_{s,l}}{(A_{s,a} + A_{s,b}) \times f_y}$

dimana :

A_{st} = Luas satu kaki dari tulangan transversal (mm^2)

A_{sa} = Luas tulangan longitudinal atas (mm^2)

A_{sb} = Luas tulangan longitudinal bawah (mm^2)

f_y = Kuat leleh tulangan longitudinal (MPa).

12. Di daerah yang memerlukan sengkang tertutup, batang tulangan longitudinal pada perimeter harus mempunyai penahan lateral yang memenuhi ketentuan yang berlaku
13. Di daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup, sengkang harus di pasang dengan spasi tidak lebih dari $d/2$ pada seluruh panjang komponen struktur tersebut
14. Sengkang tertutup pada komponen struktur lentur boleh dibentuk dari dua potong tulangan yaitu sebuah sengkang terbuka U yang mempunyai kait 135-derajat dengan perpanjangan sebesar 6 kali diameter (tetapi tidak kurang dari 75 mm) yang dijangkar di dalam inti yang terkekang dan satu kait silang penutup hingga keduanya membentuk satu gabungan sengkang yang tertutup. Kait saling menutup yang berurutan yang mengait pada satu tulangan longitudinal yang sama harus dipasang sedemikian hingga kait 90-derajatnya terpasang berselang pada sisi yang berlawanan dari komponen struktur lentur. Bila batang tulangan longitudinal yang terikat oleh sengkang kait penutup hanya dibatasi oleh pelat pada satu sisi komponen struktur rangka lentur, maka kait 90 derajat kait silang penutup tersebut harus dipasang di sisi itu.

2.4.4.2. Komponen struktur rangka yang menahan lentur dan aksial (kolom)

1. Dimensi penampang terpendek, di ukur pada satu garis lurus yang melalui titik berat penampang, tidak boleh kurang dari 300 mm
2. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi yang tegak lurus padanya tidak boleh kurang dari 0,4
3. Rasio tinggi antar kolom terhadap dimensi penampang kolom yang terpendek tidak boleh lebih besar dari 25. Untuk kolom yang mengalami momen yang

dapat berbalik tanda, rasionya tidak boleh lebih besar dari 16. Untuk kolom *kantilever* rasionya tidak boleh lebih dari 10

4. Rasio tulangan ρ , tidak boleh kurang dari 0,01 dan tidak boleh lebih dari 0,06, dan pada daerah sambungan tidak boleh lebih dari 0,08
5. Sambungan lewatan hanya digunakan di luar daerah sendi plastis potensial dan harus diproporsikan sebagai sambungan tarik. Sambungan las dan sambungan mekanikal yang memenuhi SK SNI '91 boleh digunakan untuk menyambung tulangan pada sembarang tempat, asal pengaturan penyambungan batang tulangan longitudinal pada satu penampang tidak lebih dari pengaturan berselang dan jarak antara sambungan adalah 600 mm
6. Pada seluruh tinggi kolom harus dipasang tulangan transversal untuk memikul beban geser
7. Tulangan transversal boleh terdiri dari sengkang tertutup tunggal atau majemuk atau menggunakan kait silang penutup dengan diameter dan spasi yang sama dengan diameter dan spasi yang ditetapkan untuk sengkang tertutup. Setiap ujung kait silang penutup yang berurutan harus diatur sehingga kait ujungnya terpasang berselang sepanjang tulangan longitudinal yang ada
Tulangan transversal harus dipasang dengan spasi tidak melebihi :
 - a) seperempat dimensi komponen struktur yang terkecil,
 - b) lebih kecil atau sama dengan delapan kali diameter tulangan memanjang,
 - c) lebih kecil atau sama dengan 100 mm.
8. Kait silang atau kaki sengkang tertutup majemuk tidak boleh dipasang dengan spasi lebih dari 350 mm dari pusat ke pusat dalam arah tegak lurus terhadap sumbu longitudinal dari komponen struktur
9. Pada setiap muka join pada kedua sisi dari setiap penampang yang mungkin mengalami leleh lentur akibat terjadinya perpindahan lateral *inelastis* dari rangka harus dipasang tulangan transversal dengan jumlah seperti yang ditentukan pada butir 6, 7 dan 8, sepanjang L_o dari muka yang ditinjau.
Panjang L_o tadi tidak boleh kurang dari :
 - a) tinggi komponen dimensi struktur, $N_{u,k} < 0,30 \times A_g \times f_c$

b) Satu setengah kali tinggi komponen dimensi struktur untuk $N_{uk} > 0,30 \times A_g \times f_c$

c) 1/6 bentang bersih komponen struktur

d) 450 mm.

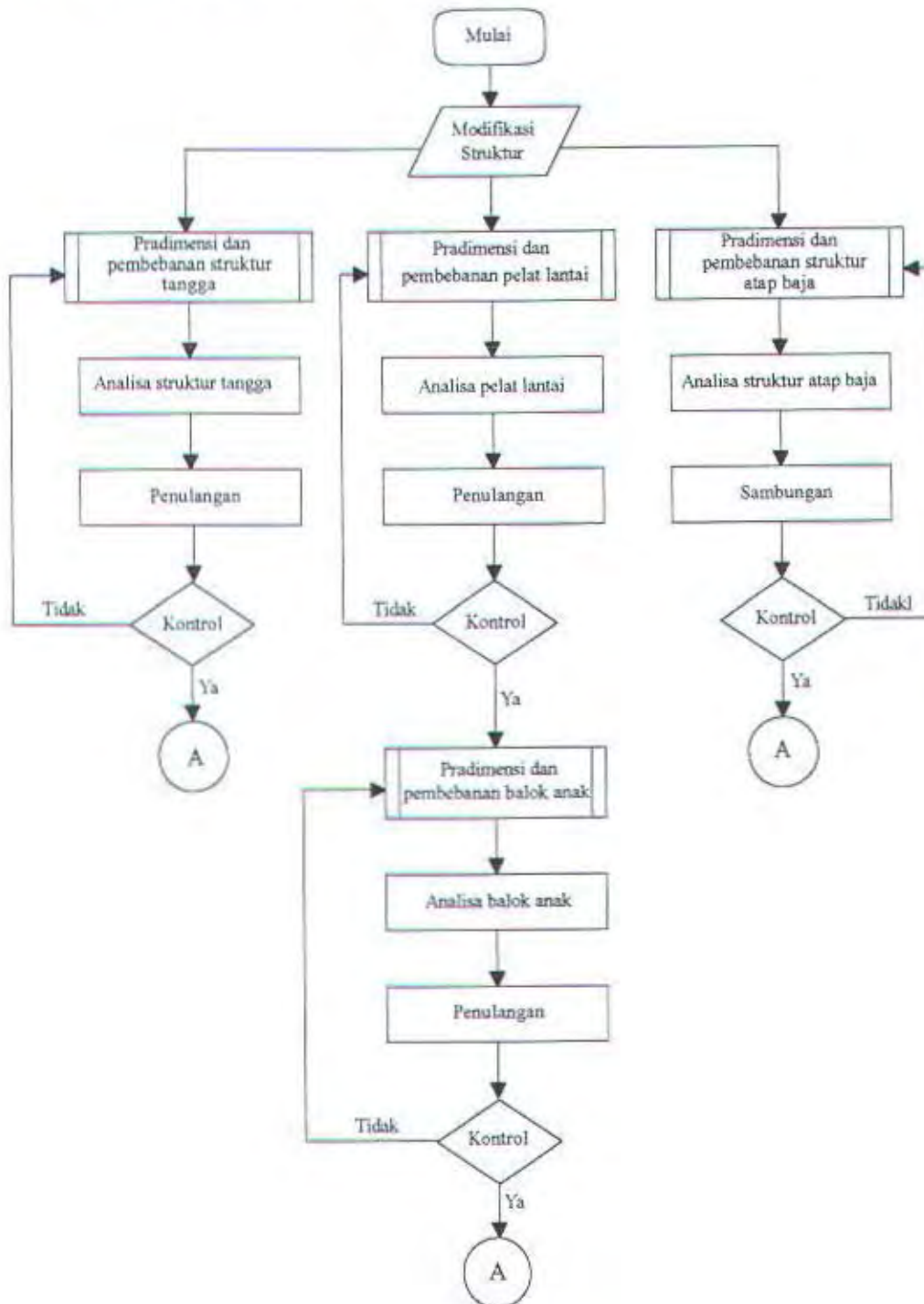
10. Bila gaya tekan aksial terfaktor yang berhubungan dengan pengaruh gempa yang bekerja pada komponen struktur nilainya melampaui $(0,10 \times A_g \times f_c)$, maka pada seluruh tinggi kolom yang berada di bawah ketinggian dimana terjadi pengakhiran komponen struktur kaku dan yang memikul reaksi dari komponen struktur kaku yang terputus tadi, misalnya dinding, harus diberi tulangan transversal seperti yang ditentukan dalam butir 6,7 dan 8. Tulangan transversal tersebut harus meneruskan ke dalam komponen struktur yang terputus paling tidak sejauh panjang penyaluran batang tulangan longitudinal yang terbesar di dalam kolom. Bila kolomnya berakhir pada suatu pondasi telapak atau pondasi rakit, maka tulangan transversal yang memenuhi butir 6, 7 dan 8 harus meneruskan sekurang-kurangnya 300 mm ke dalam pondasi tersebut.

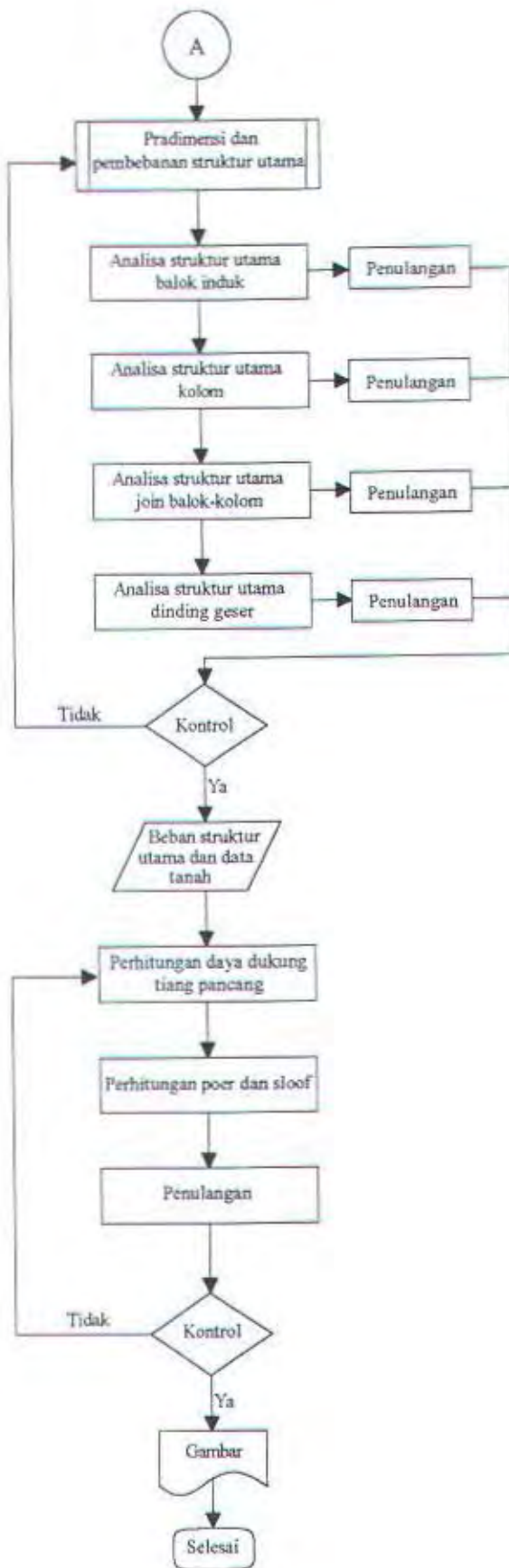


BAB III
METODOLOGI

BAB III METODOLOGI

3.1. Diagram Alir Perencanaan Struktur





3.2. Diagram Alir Langkah-langkah Perencanaan Struktur Rangka Dengan Daktililitas Penuh



3.3. Metode analisa dan perhitungan

Metode-metode yang digunakan dalam analisa struktur Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga adalah :

1. Pada perhitungan gaya-gaya dalam pelat lantai digunakan koefisien-koefisien momen dari PBI '71 pasal 13.3. dan tabel 13.3.2, sedangkan perhitungan penulangannya berdasarkan SK SNI '91

2. Untuk analisa statis pada beberapa unsur sekunder (balok anak dan tangga) digunakan bantuan program SAP90
3. Pada struktur baja, analisa gaya-gaya dalam digunakan SAP90, sedangkan kontrol profil digunakan metode menurut konsep PPBBI'84
4. Perhitungan gaya-gaya dalam dari balok induk dan kolom, diperoleh dari analisa statis atau dinamis, struktur utama digunakan analisa tiga dimensi paket program SAP90. Struktur utama akan dimodelkan sebagai *struktur open frame* tiga dimensi (*space frame*) dengan dinding geser.
5. Karena kekakuan dalam arah bidang (*inplane*) dari kebanyakan lantai beton cukup tinggi, maka lantai beton tersebut dapat dimodelkan sebagai "*Rigid Floor Diafragma*"
6. Untuk pemodelan dengan cara ini, maka massa dari tiap-tiap lantai dapat diasumsikan terpusat pada satu nodal atau master joint (*lumped mass parameter*)
7. Pada tahap terakhir dibahas tentang perencanaan pondasi yang meliputi perencanaan penulangan pondasi setempat, dan perencanaan sloof (*tie beam*). Perencanaan pondasi ini dihitung berdasarkan SK SNI '91 dan teori penunjang lainnya.

Hasil perhitungan dituangkan dalam bentuk gambar-gambar struktur berupa gambar rencana atap baja dan penulangan plat, balok, kolom, dinding geser dan pondasi yang dibuat dengan memperhatikan pendetailan yang disyaratkan dalam peraturan.



BAB IV
PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

BAB IV

PERHITUNGAN STRUKTUR SEKUNDER

4.1 Perencanaan Struktur Atap.

4.1.1 Umum

Struktur atap yang direncanakan untuk gedung Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga ini ialah struktur atap baja dengan tipe jurai. Tinggi atap adalah 5,2 meter dengan sudut $40,91^\circ$. Direncanakan dengan menggunakan baja profil WF untuk Kuda-kuda, Profil C untuk gording, untuk Nok digunakan profil C, untuk ikatan angin dan track stang digunakan tulangan baja berdiameter dan untuk penutup atap digunakan genteng.

4.1.2 Tegangan-tegangan Baja

Berikut adalah tegangan-tegangan yang umumnya bekerja pada baja apabila baja mengalami pembebanan beserta tegangan dasar untuk mutu baja tertentu.

1. Tegangan-tegangan leleh dan tegangan-tegangan dasar dari bermacam-macam baja bangunan tercantum dalam tabel 4.1. apabila titik lelehnya tidak jelas, maka tegangan leleh tersebut di definisikan sebagai tegangan yang menyebabkan regangan tetap sebesar 0,2 % (lihat gambar 4.1., D = titik leleh)
2. Untuk dasar perhitungan tegangan-tegangan diizinkan pada suatu kondisi pembebanan tertentu, dipakai tegangan dasar yang besarnya dapat dihitung dari persamaan

$$\bar{\sigma} = \sigma_l : 1,5$$

3. Besarnya tegangan-tegangan dan tegangan dasar untuk mutu baja tertentu ditunjukkan dalam tabel 4.1

Macam Baja	Tegangan leleh		Tegangan dasar	
	σ_l		σ	
	Kg/cm ²	Mpa	Kg/cm ²	Mpa
Bj 34	2100	210	1400	140
Bj 37	2400	240	1600	160
Bj 41	2500	250	1666	166,5
Bj 44	2800	280	1867	186,7
Bj 50	2900	290	1933	193,3
Bj 52	3600	360	2400	240

- Harga-harga yang tercantum pada tabel 4.1 ini adalah untuk elemen-elemen yang tebalnya kurang dari 40 mm. Untuk elemen-elemen yang tebalnya lebih dari 40 mm, tetapi kurang dari 100 mm, harga-harga pada tabel 4.1 harus dikurangi 10 %.
- Tegangan normal yang diizinkan untuk pembebanan tetap, besarnya samaa dengan tegangan dasar.
- Tegangan geser yang diizinkan untuk pembebanan tetap, besarnya sama dengan 0,58 kali tegangan dasar.

$$\bar{\tau} = 0,58 \cdot \bar{\sigma}$$

- Untuk elemen baja yang mengalami kombinasi tegangan normal dan tegangan geser, maka tegangan idiil yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan dasar.

$$\sigma_1 \leq \bar{\sigma}$$

- Untuk pembebanan sementara akibat berat sendiri, beban berguna dan gaya gempa atau gaya angin, maka besarnya tegangan dasar boleh dinaikkan sebesar 30 %.

$$\overline{\sigma_{sem}} = 1,30 \times \overline{\sigma}$$

4.1.3 Komponen Struktur Yang Menerima Lentur.

4.1.3.1. Balok-Balok Yang Penampangnya Tidak Berubah Bentuk.

- a. Yang dimaksud dengan balok-balok yang penampangnya tidak berubah bentuk, adalah balok-balok yang memenuhi syarat-syarat :

$$\frac{h}{t_b} \leq 75 \quad \text{dan} \quad \frac{L}{h} \geq 1,25 \cdot \frac{b}{t_s}$$

di mana :

h = tinggi balok.

B = Lebar sayap

T_b = Tebal badan

T_s = Tebal sayap

L = Jarak antara dua titik di mana tepi tertekan dari balok itu ditahan terhadap kemungkinan terjadinya lendutan ke samping.

- b. Tegangan tekan yang terjadi adalah tegangan tekan pada tengah bentang L, di mana L adalah jarak antara dua titik dimana tepi tertekan dari balok itu ditahan terhadap kemungkinan terjadinya lendutan ke samping

- c. Pada balok-balok statis tertentu dimana pada perletakan pelat badan balok diberi pengaku samping, maka tegangan kip yang diizinkan dihitung dari:

Jika $C_1 \leq 250$; maka :

$$\overline{\sigma_{kip}} = \overline{\sigma}$$

Jika $250 < C_1 < C_2$; maka :

$$\overline{\sigma_{kip}} = \overline{\sigma} - \frac{C_1 - 250}{C_2 - 250} \times 0,3 \overline{\sigma}$$

Jika $C_1 \geq C_2$; maka:

$$\bar{\sigma}_{kip} = \frac{C_2}{C_1} \times 0,7 \bar{\sigma}$$

Dimana :

$$C_1 = \frac{Lh}{b.t_s}$$

$$C_2 = 0,63 \cdot \frac{E}{\sigma}$$

$\bar{\sigma}$ = tegangan dasar menurut tabel 4.1

- d. Jika pada balok statis tertentu dimana pada perletakan, pelat badan balok tidak diberi pengaku samping maka tegangan kip yang menentukan adalah $\bar{\sigma}_{kip}$ terkecil pada pasal 3 dan harus memenuhi :

$$\bar{\sigma}_{kip} \leq 0,042 \cdot C_1 C_2 \left(\frac{t_b}{h} \right)^3 \bar{\sigma}$$

- e. Pada balok-balok statis tak tertentu, dimana pada perletakan pelat badan balok diberi pengaku samping, maka tegangan kip yang diizinkan dihitung dari :

Jika $C_1 \leq 250$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma}$$

Jika $250 < C_1 < C_3$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma} - \frac{C_1 - 250}{C_3 - 250} \times 0,3 \bar{\sigma}$$

Jika $C_1 \geq C_3$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \frac{C_3}{C_1} \times 0,7 \bar{\sigma}$$

di mana :

$$C_3 = 0,21 \left(1 + \beta^* \right) \left(3 - 2\beta^* \right) \cdot \frac{E}{\sigma}$$

$$\beta^* = \frac{M_{ki} + M_{ka}}{2 M_{jepit}}$$

M_{ki} dan M_{ka} adalah momen pada ujung-ujung bagian balok antara pelat-pelat kopel yang jaraknya L .

M_{jep} = momen pada ujung-ujung balok antara pelat-pelat kopel yang jaraknya L dengan anggapan bahwa ujung-ujung itu terjepit.

- f. Jika pada balok-balok statis tak tentu di mana pada perletakan, pelat badan tidak diberi pengaku samping maka tegangan kip yang menentukan adalah $\bar{\sigma}_{kip}$ terkecil dari pasal 5 dan harus memenuhi

$$\bar{\sigma}_{kip} \leq 0,042.C_1C_3\left(\frac{t_b}{h}\right)^3.\bar{\sigma}$$

4.1.3.2. Balok-Balok Yang Penampangnya Berubah Bentuk.

1. Pada balok-balok yang tidak memenuhi syarat tersebut pada 4.13.1. (1) tegangan tekan terbesar pada sayap harus memenuhi :

$$\omega \sigma_{tekan \max} \leq \bar{\sigma}$$

adalah angka tekuk menurut PPBBI'84 tabel 2,3,4,5 yang dicari dengan mengambil tekuk sama dengan panjang bentang sayap tertekan yang tidak ditahan terhadap goyangan pada arah tegak lurus badan, dimana harga jari-jari kelembaman = $i_{y \text{ tepi}}$.

$i_{y \text{ tepi}}$ = jari-jari kelembaman tepi tertekan terhadap sumbu (y-y). yang dimaksud tepi tertekan adalah sayap dan 1/3 tinggi badan yang tertekan (untuk penampang simetris menjadi 1/6 tinggi badan).

4.1.4 Komponen Struktur Yang Menerima Aksial.

4.1.4.1 Umum

1. Batang-batang tekan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga terjamin stabilitasnya (tidak ada bahaya tekuk); hal ini harus diperlihatkan dengan menggunakan persamaan :

$$\omega \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma}$$

di mana :

N = gaya tekan pada batang tersebut.

A = luas penampang batang.

$\bar{\sigma}$ = tegangan dasar pada tabel 4.1

ω = faktor tekuk yang tergantung dari kelangsingan (λ) dan macam bajanya. Dapat dicari dari tabel 2,3,4,5 di PPBBI'84 dan bila harga (λ) berada di antara harga-harga yang tercantum pada tabel dapat dihitung dengan interpolasi linear.

Harga ω dapat juga ditentukan dengan persamaan :

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_l}}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g}$$

Untuk :

$$\lambda_s \leq 0,183 \rightarrow \text{maka } \omega = 1$$

$$0,183 < \lambda_s < 1 \rightarrow \text{maka } \omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda_s}$$

$$\lambda_s \geq 1 \rightarrow \text{maka } \omega = 2,381 \cdot \lambda_s^2$$

2. Kelangsingan pada batang-batang tunggal dicari dengan persamaan :

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

di mana :

L_k = Panjang tekuk batang tersebut.

i = Jari-jari kelembaman batang itu

karena batang-batang mempunyai dua jari-jari kelembaman, umumnya akan terdapat dua harga λ . Yang menentukan adalah harga λ yang terbesar.

Apabila dapat dipastikan bahwa bahaya tekuk hanya ada pada satu arah, maka diambil harga λ untuk arah itu.

3. Panjang tekuk L_k dapat ditentukan dengan menggunakan PPBBI'84 :
 - Tabel 6 halaman 15 atau grafik 1 pada halaman 16 untuk batang-batang tekan pada umum

4.1.5 Sambungan.

Umumnya jenis-jenis sambungan yang dapat digunakan pada konstruksi atap adalah sambungan baut, sambungan paku keling, dan sambungan las. Untuk tugas akhir ini dipilih sambungan baut dan las. Fungsi sambungan, disamping menyatukan element-element pada suatu konstruksi menjadi satu kesatuan, juga berfungsi sebagai penyalur beban dari satu bagian ke bagian yang lain. Berdasarkan tipe sambungan dibagi 2 macam :

1. Sambungan Lap

Pada sambungan ini terjadi kelemahan akibat tidak segarisnya gaya pada pelat satu terhadap yang lain sehingga akan terjadi momen sebagai beban tambahan. Biasanya digunakan untuk batang-batang kecil.

2. Sambungan Butt

Pada sambungan ini, garis kerja gaya akan terletak pada "satu garis".

4.1.5.1. Sambungan Baut.

Spesifikasi sambungan baut pada PBBI Bab 8 (8.1, 8.2, 8.3). adalah :

- A. Tegangan-tegangan yang diijinkan dalam menghitung kekuatan baut adalah sebagai berikut :

- Tegangan geser ijin

$$\bar{\sigma} = 0,6 \cdot \bar{\sigma} \quad \text{dimana } \bar{\sigma} = \text{tegangan ijin dasar baut}$$

- Tegangan tarik ijin

$$\bar{\sigma}_{tr} = 0,7 \cdot \bar{\sigma} \quad \text{dimana } \bar{\sigma} = \text{tegangan ijin dasar baut}$$

- Tegangan Tumpu ijin

$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_{tu} &= 1,5 \bar{\sigma} & \rightarrow S_1 \geq 2d \\ \bar{\sigma}_{tu} &= 1,5 \bar{\sigma} & \rightarrow 1,5d \leq S_1 \leq 2d\end{aligned}$$

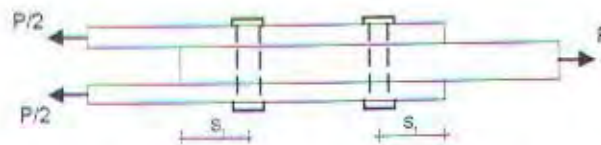
dimana :

S_1 = Jarak dari as baut paling luar ketepi pelat yang disambung

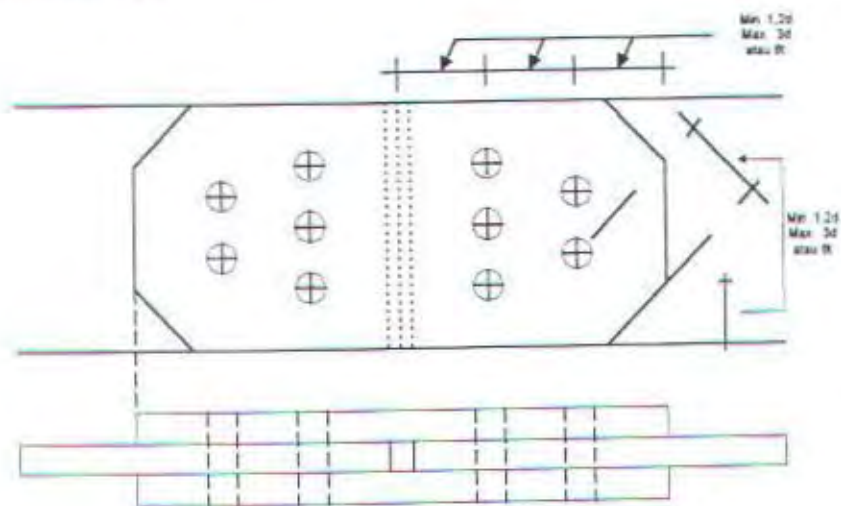
D = diameter baut.

➤ Tegangan ijin kombinasi tarik dan geser

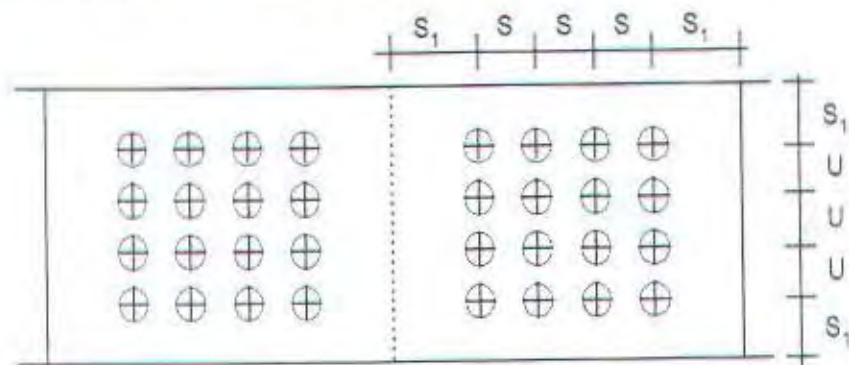
$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma^2 + 1,56 \tau^2} \leq \bar{\sigma}$$



- B. Banyaknya baut yang dipasang pada satu baris yang sejajar arah gaya, tidak boleh lebih dari 5 buah
- C. Jarak antara sumbu baut paling luar ke tepi atau ke ujung bagian yang disambung, tidak boleh kurang dari $1,2 d$ dan tidak boleh lebih besar dari $3 d$ atau $6 t$ di mana t adalah tebal bagian yang disambungkan.



- D. Pada sambungan yang terdiri dari satu baris baut, jarak dari sumbu ke sumbu dari 2 baut yang berurutan tidak boleh kurang dari $2,5 d$ dan tidak boleh lebih besar dari $7 d$ atau $14 t$.
- E. Jika sambungan terdiri dari lebih dari satu baris baut yang tidak berseling, maka jarak antara kedua baris baut itu dan jarak sumbu ke sumbu dari 2 baut yang berurutan pada satu baris tidak boleh kurang dari $2,5 d$ dan tidak boleh lebih dari $7 d$ atau $14 t$.

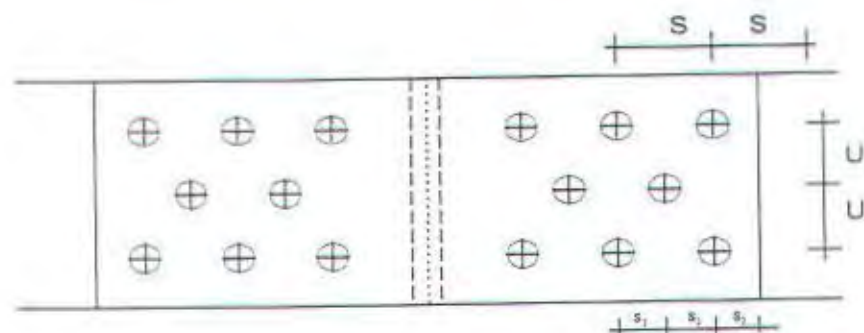


$$2,5 d \leq s \leq 7 d \text{ atau } 14 t$$

$$2,5 d \leq u \leq 7 d \text{ atau } 14 t$$

$$2,5 d \leq S_1 \leq 7 d \text{ atau } 14 t$$

- F. Jika sambungan terdiri dari satu baris baut yang dipasang berseling, jarak antara baris-baris baut (u) tidak boleh kurang dari $2,5 d$ dan tidak boleh lebih besar dari $7 d$ atau $14 t$, sedangkan jarak antara satu baut dengan baut terdekat pada baris lainnya (S_2) tidak boleh lebih besar dari $7 d - 0,5 u$ atau $14 t - 0,5 u$.



$$2,5 d \leq u \leq 7 d \text{ atau } 14 t$$

$$S_2 \geq 7 d - 0,5d \text{ atau } 14 t - 0,5 u$$

4.1.5.2. Kekuatan Sambungan

1. Kekuatan Baut

Dari kemungkinan keruntuhan sambungan, mutu sambungan maupun jarak-jarak baut, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan sambungan bisa berdasarkan atas kekuatan geser dan kekuatan tumpu.

a. Kekuatan baut atas geser

$$P_g = \frac{1}{4} \pi d^2 \bar{\tau} \quad (\text{untuk single shear})$$

$$P_g = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 \bar{\tau} \quad (\text{untuk double shear})$$

b. Kekuatan baut atas tumpu

$$P_{tu} = t d \bar{\sigma}$$

Dari P_g dan P_{tu} diambil yang terkecil sebagai "kekuatan baut".

Di mana :

D = diameter baut

T = tebal pelat yang disambung, diambil yang kecil.

2. Tipe Sambungan Menurut Beban Yang Diterima

a. Sambungan Geser Centris

Pada sambungan geser ini, beban bekerja pada bidang sambungan dan melalui titik berat sambungan sehingga beban diterima merata pada tiap-tiap baut.

$$K = \frac{P}{n} \leq K_g$$

$$\leq K_{tu}$$

Di mana :

P = beban total

N = jumlah baut

K = beban yang diterima 1 baut.

b. Sambungan Geser Excentris

Pada sambungan ini, beban bekerja pada bidang sambungan, tetapi tidak melalui titik berat sambungan. Akibat eksentrisitas tersebut akan menimbulkan beban momen puntir pada sambungan, sehingga disamping sambungan menerima geser centris, juga ditambah menerima beban momen puntir. Untuk momen puntir M , seolah-olah disebarkan ke masing-masing baut, sedemikian rupa sehingga arah dari beban setiap baut akan membuat momen kopel terhadap titik berat sambungan yang besar untuk masing-masing baut sebanding dengan jarak paku tersebut ke titik berat sambungan.

$$K_i = \sqrt{(K_{V_A} + K_{V_iB})^2 + K_{H_iB}^2} \leq K_g \\ \leq K_{tu}$$

Dengan

$$K_{V_A} = \frac{P}{n} \quad , \quad K_{V_iB} = \frac{Mx}{\sum \pi^2} \quad \text{dan} \quad K_{H_iB} = \frac{My}{\sum \pi^2}$$

di mana :

π_i = jarak antara baut ke garis berat (c.g) susunan baut.

K_i = beban pada tiap baut. Dan arah $K_i \perp \pi_i$

c. Sambungan Lentur

Pada sambungan ini, beban bekerja tidak lagi pada bidang sambungan. Maka akan timbul gaya lintang dan momen lentur pada bidang sambungan. Untuk gaya lintang maka beban dihitung dengan cara geser centris, sehingga beban P dibagi merata pada tiap baut. Sedangkan untuk sambungan yang mengakibatkan momen lentur dapat dikerjakan dengan 2 metoda yakni cara pendekatan dan luasan transpose. Pada tugas akhir ini digunakan cara pendekatan, dengan mengambil anggapan bahwa sambungan yang kena beban lentur tersebut akan berputas, dengan titik pusat

4.1.6. PERHITUNGAN ATAP

4.1.6.1. DATA-DATA PERENCANAAN

Data-data perencanaan atap pada tugas akhir ini meliputi :

- Penutup atap dari genteng
- Struktur atap menggunakan baja
- Mutu baja digunakan BJ 37 ($f_u = 3700 \text{ kg/cm}$)

4.1.6.2. PERENCANAAN GORDING

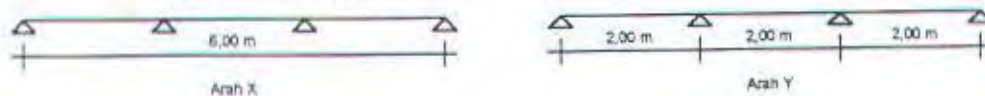
A. Gording direncanakan menggunakan [200 x 75 x 20 x 3,2

$$Q = 11,81 \text{ kg/cm}^2 \quad ; I_x = 721 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 72,1 \text{ cm}^3 \quad ; I_y = 87,5 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 16,8 \text{ cm}^3$$

Dimodelkan sebagai berikut :



B. Pembebanan

(i). Beban mati

$$\text{Berat atap (1,32 m} \times 50 \text{ Kg/m}^2) = 66,0 \text{ kg/m'}$$

$$\text{Berat Gording} = 11,81 \text{ kg/m' +}$$

$$77,81 \text{ kg/m'}$$

$$\text{Alat pengikat (diambil 20 \%)} = 15,562 \text{ kg/m' +}$$

$$93,372 \text{ kg/m'}$$

$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot 93,372 \cdot \cos 40,91^\circ \cdot 6^2$$

$$= 317,542 \text{ kgm}$$

$$M_{x2} = \frac{1}{8} \cdot 93,372 \cdot \sin 40,91^\circ \cdot 6^2$$

$$= 30,573 \text{ kgm}$$

(ii). Beban hidup

A. Beban hidup terbagi rata.

$$\begin{aligned}
 q &= (40 - 0,8 \alpha) \leq 20 \text{ kg/m}^2 \\
 &= (40 - 0,8 \cdot 40,91^\circ) \leq 20 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 7,27 \leq 20 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{dipakai } q \approx 7,5 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Beban pada gording :

$$\begin{aligned}
 q &= 1 \times 7,5 = 7,5 \text{ kg/m}^2 \\
 Mx_2 &= \frac{1}{8} \times 7,5 \times \cos 40,91^\circ \cdot 6^2 \\
 &= 25,51 \text{ kgm} \\
 My_2 &= \frac{1}{8} \times 7,5 \times \sin 40,91^\circ \cdot 2^2 \\
 &= 2,456 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

B. Beban terpusat dengan $P = 100 \text{ kg}$ (beban bekerja)

$$\begin{aligned}
 Mx_3 &= \frac{1}{4} \cdot 100 \cdot \cos 40,91^\circ \cdot 6 \\
 &= 113,36 \text{ kgm} \\
 My_3 &= \frac{1}{4} \cdot 100 \cdot \sin 40,91^\circ \cdot 2 \\
 &= 32,74 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Beban yang mewakili :

$$\begin{aligned}
 \sigma_a &= \frac{Mx_2}{W_x} + \frac{My_2}{\frac{1}{2} \cdot Wy} = \frac{2551}{72,1} + \frac{245,62}{16,8} = 35,381 + 29,238 = 59,88 \text{ kg/cm}^2 \\
 \sigma_b &= \frac{Mx_3}{W_x} + \frac{My_3}{\frac{1}{2} \cdot Wy} = \frac{11336}{72,1} + \frac{32742}{16,8} = 157,226 + 389,762 = 546,988 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai beban terpusat dengan $P = 100 \text{ kg}$.

(iii). Beban angin

Dengan $w = 40 \text{ kg/cm}^2$ maka pada :

$$\begin{aligned}
 \text{A. Pihak angin } c &= (0,02\alpha - 40) \\
 &= 0,02 \times 40,91^\circ - 40 = 0,482 (\downarrow) \text{ tekan} \\
 q &= w \cdot l \cdot c = 40 \times 1,32 \times 0,482 \\
 &= 25,450 \text{ kg/m } (\downarrow) \text{ tekan}
 \end{aligned}$$

$$M_x = \frac{1}{8} \cdot 25,450 \cdot 6^2$$

$$= 114,523 \text{ kgm}$$

$$M_y = 0$$

B. Belakang angin $c = 0,4$ (\uparrow) hisap.

$$Q = w \cdot l \cdot c = 40 \times 1,32 \times (-0,4) = -21,12 \text{ (}\uparrow\text{)}$$

$$M_x = \frac{1}{8} \cdot (-21,12) \cdot 6^2$$

$$= 95,04 \text{ kgm (}\uparrow\text{) hisap}$$

$$M_y = 0$$

C. Tegangan ijin Gording

$$\frac{h}{t_b} \leq 75 \quad \Rightarrow \quad \frac{15}{0,32} \leq 75$$

$$\Rightarrow 46,875 \leq 75$$

$$\frac{l}{h} \geq 1,25 \cdot \frac{b}{t_s} \quad \Rightarrow \quad \frac{50}{15} \geq 1,25 \cdot \frac{7,5}{0,32}$$

$$\Rightarrow 3,333 \leq 29,297$$

Profil Berubah Bentuk

$$A = A_{\text{flen}} + \frac{1}{6} \cdot A_{\text{badan}}$$

$$= (2 \cdot (2 \cdot 0,32) + (7,5 - (2 \cdot 0,32) \cdot 0,32)) + \left(\frac{1}{6} \cdot (0,32 \cdot 20) \right)$$

$$= 454,2 \text{ mm}^2 = 4,542 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 2 \cdot \left((2 \cdot 0,32) \left(3,75 - \frac{0,32}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 0,32 \cdot (7,5 - (2 \cdot 0,32))^3 \right)$$

$$= 16,497 + 8,609 = 25,106$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{25,106}{4,542}} = \sqrt{5,528} = 2,351$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i_y} = \frac{50}{2,351} = 21,267 \rightarrow \omega \text{ dari tabel} = 1,01$$

$$\sigma_{\text{kip}} = \frac{\bar{\sigma}}{\omega} = \frac{1600}{1,01} = 1584,158 \text{ kg/cm}^2$$

D. Tegangan yang terjadi

(i). Beban Tetap (BM+BH)

$$M_x = 394,63 + 113,36$$

$$= 507,99 \text{ kgm}$$

$$M_y = 38,15 + 32,74$$

$$= 70.89 \text{ kgm}$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y \cdot 2}{W_y} \leq \sigma_{kp}$$

$$= \frac{5079,9}{72,1}$$

(ii). Beban Sementara (Beban tetap + BA)

$$M_x = 507,99 + 119,7$$

$$= 627,69 \text{ kgm}$$

$$M_y = 70,89 + 0$$

$$= 70.89 \text{ kgm}$$

$$\sigma = \frac{M_x}{M_x} + \frac{2 \cdot M_y}{W_y} \leq 1,3 \cdot \sigma_{kp}$$

$$= \frac{6276,9}{76,5} + \frac{7089,2}{26,7} = 1351,52 < 2080 \text{ kg/cm}^2$$

E. Lendutan

$$f' = \frac{l}{180}$$

$$= \frac{600}{180} = 3,33 \text{ cm}$$

$$f_x = \left(\frac{5}{384} q l^4 + \frac{1}{48} (P \cdot \cos 40,91^\circ) l^3 \right) \frac{1}{E I_x}$$

$$\text{Ijin.} = \left(\frac{5}{384} \cdot 0,265 \cdot 600^4 + \frac{1}{8} \cdot 75,52 \cdot 600^3 \right) \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 383} = 3,091 \text{ cm}$$

$$f_y = \left(\frac{1}{48} (P \cdot \sin 40,91^\circ) \left(\frac{l}{3} \right)^3 \right) \frac{1}{E I_y}$$

$$= \left(\frac{1}{48} \cdot 65,49 \cdot 200^3 \right) \cdot \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 134} = 0,04$$

$$f = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{3,091^2 + 0,04^2} = \sqrt{9,557} = 3,091 \text{ cm} < f'(3,33 \text{ cm}) \dots \rightarrow \text{OK}$$

4.1.6.3. PERENCANAAN GORDING

Beban atap

$$\text{Atap per m}^2 \left(\frac{116,5}{1,2} \right) = 97,08 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup} = 20 \text{ kg/m}^2 +$$

$$q = 117,08 \text{ kg/m}^2 \text{ (arah Horizontal)}$$

$$\text{Luas atap} = \frac{6}{3} \times 7,94 = 15,88 \text{ m}^2$$

$$\text{Berat atap} = 15,88 \times 117,083 = 1859,28 \text{ kg}$$

$$\text{Berat arah y} = 1859,28 \cdot \sin 40,91^\circ = 1217,6 \text{ kg}$$

$$\text{Berat miring} = \frac{1217,6}{\sin 40,91^\circ} = 1859,293 \text{ kg}$$

Pemilihan \varnothing tulangan

$$A_n = \frac{1859,293}{0,75 \times 1600} = 1,549$$

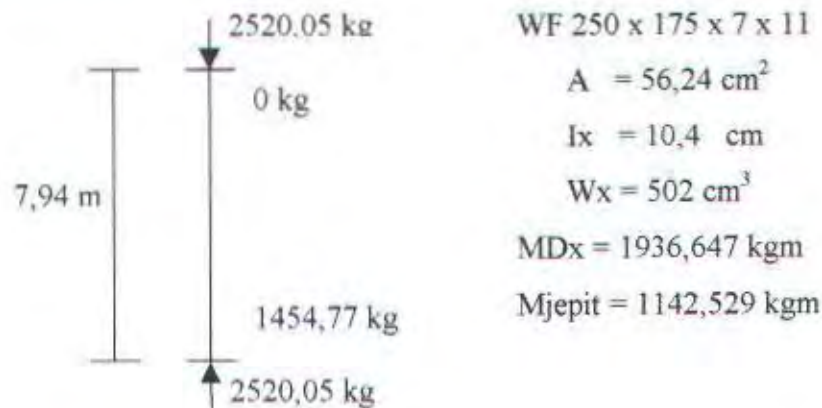
$$A_b = \frac{A_n}{0,7} = \frac{1,549}{0,7} = 2,21 \text{ cm}^2$$

Dipakai \varnothing 18 mm dengan $A = 2,543 \text{ cm}^2$

4.1.7. Kontrol Profil Atap

Kontrol profil dilakukan dengan mengasumsikan sebagai beam colom yang menerima gaya normal, momen lentur serta gaya-gaya melintang sesuai dengan PPBBI'84 pasal 32a, 32b dan nilai-nilai tersebut diatas diambil dari analisa SAP90.

4.1.7.1. Kontrol Profil Jurai Atap2



$$\lambda_x = \frac{lk}{ix} = \frac{794}{10,4} = 76,346 \rightarrow \varpi = 1,566 \quad \dots\dots\dots \text{tabel 3}$$

$$\sigma_{ex} = 3556,163 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{tabel 10}$$

$$n_x = \frac{A \cdot \sigma_{ex}}{N} = \frac{56,24 \cdot 3556,163}{2520,05} = 79,363$$

$$\frac{n_x}{n_x - 1} = \frac{79,363}{78,363} = 1,013$$

$$\beta_x = 0,6 + 0,4 \cdot \frac{M1}{M2} = 0,6 + 0,4 \cdot \frac{0}{1454,77} = 0,6$$

$$C_1 = \frac{I_h}{h I_x} = \frac{264,25}{17,5 \cdot 1,1} = 342,857$$

$$\beta^* = \frac{M1 + M2}{2Mjepit}$$

$$= \frac{0 + 1454,77}{2 \times 1142,529} = 0,636$$

$$C_3 = 0,21(1 + \beta^*)(3 - 2\beta^*) \frac{2100000}{1600}$$

$$= 0,21(1 + 0,636)(3 - 2 \cdot 0,636) \frac{2100000}{1600} = 779,013$$

$$\sigma_{kp} = \bar{\sigma} - \frac{C_1 - 250}{C_3 - 250} \cdot 0,3 \cdot \bar{\sigma}$$

$$= 1600 - \frac{342,861 - 250}{779,013 - 250} \cdot 0,3 \cdot 1600 = 1515,746 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Phi = \frac{5 \cdot \bar{\sigma}}{\sigma_{kp} \left(8 - 3 \cdot \frac{M1}{M2} \right)} = \frac{5 \cdot 1600}{1515,746 \cdot \left(8 - 3 \cdot \frac{0}{1454,77} \right)} = 0,66 < 1$$

$$\therefore \Phi = 1$$

$$1). \quad \sigma = \frac{w_{max} \cdot N}{A} + \Phi \cdot \frac{n_x}{n_x - 1} \left| \frac{\beta_x M_{2x} + MDx}{w_x} \right| + \frac{n_y}{n_y - 1} \left| \frac{\beta_y M_{2y} + MDy}{w_y} \right| \leq \bar{\sigma}$$

$$= \frac{1,566 \cdot 2520,05}{56,24} + 1 \cdot 1,013 \left| \frac{0,6 \cdot 145477 + 0}{502} \right| + 0 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 246,206 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$2). \quad \sigma = \frac{N}{A} + \Phi \left| \frac{M_{2x} + MDx}{w_x} \right| + \left| \frac{M_{2y} + MDy}{w_y} \right| \leq \bar{\sigma}$$

$$= \frac{2520,05}{56,24} + 1 \cdot \left| \frac{145477 + 0}{502} \right| + 0 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 334,504 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

Kesimpulan :

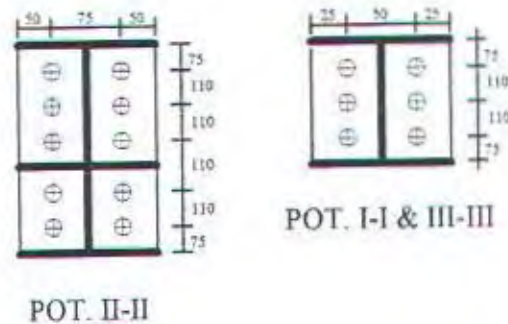
Profil WF 250 x 175 x 7 x 11 aman digunakan.

Selanjutnya untuk semua profil ditabelkan

4.1.8. Kontrol Sambungan

Sambungan yang digunakan ialah sambungan baut dimana sambungan menerima gaya-gaya berupa momen dan gaya melintang yang eksentris.

4.1.8.1. Kontrol Sambungan Jurai atapl.



Data-data:

$$M1 = 479,120 \text{ kgm}$$

$$D1 = 332,760 \text{ kg}$$

$$M2 = 2055,450 \text{ kgm}$$

$$D2 = 1145,060 \text{ kg}$$

• UNTUK POTONGAN I-I

$$H_{\max} = 2 \times 110 = 220 \text{ mm} = 22 \text{ cm}$$

$$\sum h^2 = 2 \times (11^2 + 22^2) = 1210 \text{ cm}^2$$

$$\text{Digunakan baut } \varnothing 16 \text{ mm} \rightarrow A_{\text{baut}} = 2,011 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{drat}} = 1,407 \text{ cm}^2$$

$$T_{\max} = \frac{M \cdot H_{\max}}{\sum h^2} = \frac{479,120 \times 22}{1210} = 871,127 \text{ kg}$$

A). Tegangan tarik di drat

$$\sigma = \frac{T_{\max}}{A_{\text{drat}}} \leq \bar{\sigma} (0,7.1600 = 1120 \text{ kg/cm}^2) \text{ "beban tetap"}$$

$$= \frac{871,127}{1,407} = 619,138 \text{ kg/cm}^2 < 1120 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots OK$$

B). Tegangan geser

$$\tau = \frac{N}{A_{\text{baut}} \times n} \leq \bar{\sigma} (0,6.1600 = 960 \text{ kg/cm}^2) \text{ "beban tetap"}$$

$$= \frac{332,760}{2,011 \times 6} = 41,367 \text{ kg/cm}^2 < 960 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots OK$$

C). Tegangan Kombinasi

$$\left(\frac{\sigma}{\bar{\sigma}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\bar{\tau}}\right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{433,181}{1120}\right)^2 + \left(\frac{41,367}{960}\right)^2 = 0,151 < 1 \dots\dots\dots OK$$

• **UNTUK POTONGAN II-II**

$$H_{\max} = 4 \times 110 = 440 \text{ mm} = 44 \text{ cm}$$

$$\Sigma h^2 = 2 \times (11^2 + 22^2 + 33^2 + 44^2) = 7260 \text{ cm}^2$$

$$\text{Digunakan baut } \varnothing 16 \text{ mm} \rightarrow A_{\text{baut}} = 2,011 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{drat}} = 1,407 \text{ cm}^2$$

$$T_{\max} = \frac{M.H_{\max}}{\Sigma h^2} = \frac{2055,450 \times 44}{7260} = 1245,727 \text{ kg}$$

A). Tegangan tarik di drat

$$\sigma = \frac{T_{\max}}{A_{\text{drat}}} \leq \bar{\sigma} (0,3.1600 = 1120 \text{ kg/cm}^2) \text{ "beban tetap"}$$

$$= \frac{1245,727}{1,407} = 885,378 \text{ kg/cm}^2 < 1120 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots OK$$

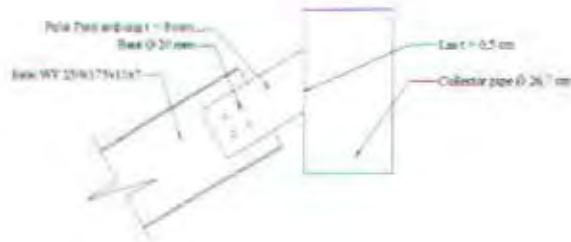
B). Tegangan geser

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{N}{A_{\text{baut}} \times n} \leq \bar{\sigma} (0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2) \text{ "beban tetap"} \\ &= \frac{1145,06}{2,011 \times 10} = 56,940 \text{ kg/cm}^2 < 960 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots OK\end{aligned}$$

C). Tegangan Kombinasi

$$\begin{aligned}\left(\frac{\sigma}{\bar{\sigma}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\bar{\tau}}\right)^2 &\leq 1 \\ \left(\frac{619,456}{1120}\right)^2 + \left(\frac{63,901}{960}\right)^2 &= 0,309 < 1 \dots\dots\dots OK\end{aligned}$$

4.1.8.2. Kontrol Sambungan Jurai dengan Collector Pipe



A. Sambungan baut

$$A_{\text{badan}} \varnothing 16 \text{ mm} = 2,011 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{drat}} \varnothing 16 \text{ mm} = 1,408 \text{ cm}^2$$

➤ Beban geser centris P

$$K_v = \frac{P}{n} = \frac{608,81}{4} = 152,203 \text{ kg}$$

➤ Beban geser puntir M = P x e (608,81 x 10 = 6088,1 kgcm)

$$\begin{aligned} \sum \pi^2 &= \sum X^2 + \sum Y^2 \\ &= 2.(5)^2 + 2.(2)^2 = 58 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$K_H = \frac{M.y}{\sum \pi^2} = \frac{15220,25 \times 2}{58} = 524,836 \text{ kg}$$

$$K_V = \frac{M.x}{\sum \pi^2} = \frac{15220,25 \times 5}{58} = 1312,091 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} K_{\text{max}} &= \sqrt{\sum K_V^2 + \sum K_H^2} < K_g \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times \tau \right) \\ &= \sqrt{(1312,091 + 152,203)^2 + (524,8736)^2} < \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 1,6^2 \times 1600 \times 0,8 = 2573,593 \text{ kg} \right) \\ &= \sqrt{2419649,214} = 1555,522 \text{ kg} < 2573,593 \text{ kg} \end{aligned}$$

B. Pelat penyambung diambil $t = 8 \text{ mm}$

$$A_{\text{netto}} = 8 \times 125 - (201,1 \times 2)$$

$$= 597,8 \text{ mm}^2$$

$$I_{\text{net}} = \frac{1}{12} \times 8 \times 125^3 - (201,1 \times 20)$$

$$= 1298061,33 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_t = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{608,81}{5,978} + \frac{608,81 \times 10 \times 6,25}{129,8061} = 101,842 + 293,134$$

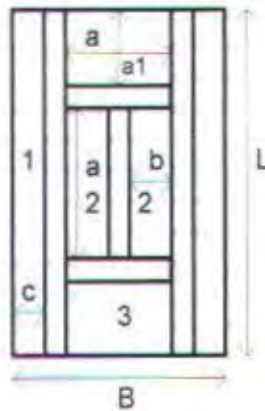
$$= 394,976 \text{ kg/cm}^2 < (0,6 \times 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2) \dots\dots\dots \text{Oke}$$

C. Tebal Las diambil $0,5 \text{ cm}$ (beban sentries)

$$A_{\text{las}} = 125 \times 5 \times 2 = 1250 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{P}{A} \leq \bar{\tau} = 0,6 \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{608,81}{12,50} = 48,705 \text{ kg/cm}^2 < 960 \text{ kg/cm}^2$$

4.1.8.3. Perhitungan Dasar Kolom



Coba dimensi base plate

$$A = 40 \times 40 \text{ cm} = 1600 \text{ cm}^2$$

$$W = \frac{1}{6} \times b \times l^2 = \frac{1}{6} \times 40 \times 40^2 = 10666,67 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \bar{\sigma} &= \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \leq \bar{\sigma} \text{ beton} \\ &= \frac{5448,97}{1600} + \frac{0}{10666,67} = 3,406 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Perencanaan tebal base plate $q = 3,406 \text{ kg/cm}^2$

➤ Bagian I

$$M1 = \frac{1}{2} \times 3,406 \times 15^2 = 383,175 \text{ kgcm}$$

➤ Bagian II

$$\begin{aligned} \frac{a}{b} &= \frac{200}{50} = 4 \rightarrow \alpha_1 = 0,125 \\ \alpha_2 &= 0,037 \end{aligned}$$

$$Ma = \alpha_1 \times q \times (5)^2 = 0,125 \times 3,406 \times 5^2 = 10,644 \text{ kgcm}$$

$$Mb = \alpha_2 \times q \times (5)^2 = 0,037 \times 3,406 \times 5^2 = 3,151 \text{ kgcm}$$

➤ Bagian III

$$a_1/d_1 = 100/200 = 0,5 \rightarrow \alpha_3 = 0,06$$

$$M3 = \alpha_3 \times q \times (d1)^2 = 0,06 \times 3,406 \times (20)^2 = 81,744$$

Tebal pelat

$$t = \sqrt{\frac{6M}{\sigma \text{ Pelat}}} = \sqrt{\frac{6 \times 81,744}{1600 \times 1,3}} = \sqrt{0,23} \text{ cm} = 0,485 \text{ cm} \approx 5 \text{ mm}$$

Digunakan 4 buah baut achor

$$\sigma = 0,63 \times \sqrt{300} = 10,911 \text{ kg/cm}^2$$

$$T' = \frac{T}{n} = \frac{5448,97}{4} = 1362,24 \text{ kg}$$

$$ld = \frac{T'}{\pi \cdot d \cdot \sigma b} = \frac{1362,24}{3,14 \times 2,0 \times 10,91} = 19,87 \approx 20 \text{ cm}$$

4.2. Preliminary disain

4.2.1. Dimensi balok

1. Rencana balok induk memanjang dengan bentang 600 cm :

$$h = 1/12 \times L$$

$$= 1/12 \times 600$$

$$= 50 \text{ cm} \rightarrow 60 \text{ cm}$$

$$b = 1/2 \times h$$

$$= 1/2 \times 50$$

$$= 25 \text{ cm} \rightarrow 30 \text{ cm}$$

Ukuran dimensi balok induk memanjang yang dipakai ialah 30/60

2. Rencana balok induk melintang dengan bentang 600 cm :

$$h = 1/12 \times L$$

$$= 1/12 \times 600$$

$$= 50 \text{ cm} \rightarrow 60 \text{ cm}$$

$$b = 1/2 \times h$$

$$= 1/2 \times 50$$

$$= 25 \text{ cm} \rightarrow 30 \text{ cm}$$

Ukuran dimensi balok induk melintang yang dipakai ialah 30/60

3. Rencana balok anak memanjang dengan bentang 600 cm :

$$h = 1/15 \times L$$

$$= 1/15 \times 600$$

$$= 40 \text{ cm} \rightarrow 50 \text{ cm}$$

$$b = 1/2 \times h$$

$$= 1/2 \times 40$$

$$= 20 \text{ cm} \rightarrow 25 \text{ cm}$$

Ukuran dimensi balok anak memanjang yang dipakai ialah 25/50

4.2.2. Dimensi kolom

Direncanakan kolom : $b = h$

$$\frac{I_{\text{kolom}}}{L_{\text{kolom}}} \geq \frac{I_{\text{balok}}}{L_{\text{balok}}}$$

$$\frac{\frac{1}{12} \times b \times h^3}{400} \geq \frac{\frac{1}{12} \times 35 \times 50^3}{600}$$

$$b^4 \geq 2916666,667$$

$$b \geq 41,325 \text{ cm} \rightarrow 55 \text{ cm}$$

jadi untuk dimensi kolom diambil = 55 x 55 cm.

4.2.3. Dimensi pelat

4.2.3.1. Dasar perhitungan dimensi pelat

1. Pelat satu arah (*one way slab*)

Pelat yang membentang dalam satu arah ialah pelat yang ditumpu sepanjang dua tepi yang sejajar. Bila perbandingan antara bentang panjang (L_y) dengan bentang pendek (L_x) lebih besar dari dua ($L_y/L_x > 2$), maka gaya aksi akan dipikul seluruhnya oleh tumpuan bentang pendek dikarenakan kekakuan bentang pendek lebih besar dibandingkan dengan bentang panjang.

SK SNI '91 mensyaratkan jika $L_y/L_x > 2$, pelat direncanakan sebagai pelat satu arah, dengan tulangan utama mengarah pada bentang pendek dan tulangan bagi (susut dan suhu) mengarah pada bentang panjang. Tebal minimum yang ditentukan menurut tabel 3.2.5a SK SNI '91.

2. Pelat dua arah (*two way slab*)

Pelat yang membentang dalam dua arah ialah pelat yang ditopang balok pada keempat sisinya. Artinya bila sebuah pelat lantai yang ditumpu pada keempat atau ketiga sisinya dibebani oleh beban merata, maka beban tersebut akan didistribusikan pelat lantai pada tumpuan dengan aksi dua arah. Gaya-gaya aksi yang terdapat pada pelat bujur sangkar tersebut adalah sama besar untuk masing-masing arah.

$$\frac{I_{\text{kolom}}}{L_{\text{kolom}}} \geq \frac{I_{\text{balok}}}{L_{\text{balok}}}$$

$$\frac{\frac{1}{12} \times b \times h^3}{400} \geq \frac{\frac{1}{12} \times 35 \times 50^3}{600}$$

$$b^4 \geq 2916666,667$$

$$b \geq 41,325 \text{ cm} \rightarrow 55 \text{ cm}$$

jadi untuk dimensi kolom diambil = 55 x 55 cm.

4.2.3. Dimensi pelat

4.2.3.1. Dasar perhitungan dimensi pelat

1. Pelat satu arah (*one way slab*)

Pelat yang membentang dalam satu arah ialah pelat yang ditumpu sepanjang dua tepi yang sejajar. Bila perbandingan antara bentang panjang (L_y) dengan bentang pendek (L_x) lebih besar dari dua ($L_y/L_x > 2$), maka gaya aksi akan dipikul seluruhnya oleh tumpuan bentang pendek dikarenakan kekakuan bentang pendek lebih besar dibandingkan dengan bentang panjang.

SK SNI '91 mensyaratkan jika $L_y/L_x > 2$, pelat direncanakan sebagai pelat satu arah, dengan tulangan utama mengarah pada bentang pendek dan tulangan bagi (susut dan suhu) mengarah pada bentang panjang. Tebal minimum yang ditentukan menurut tabel 3.2.5a SK SNI '91.

2. Pelat dua arah (*two way slab*)

Pelat yang membentang dalam dua arah ialah pelat yang ditopang balok pada keempat sisinya. Artinya bila sebuah pelat lantai yang ditumpu pada keempat atau ketiga sisinya dibebani oleh beban merata, maka beban tersebut akan didistribusikan pelat lantai pada tumpuan dengan aksi dua arah. Gaya-gaya aksi yang terdapat pada pelat bujur sangkar tersebut adalah sama besar untuk masing-masing arah.

menurut ACI :

$$\alpha_m = \frac{I_{\text{balok}}}{I_{\text{slab}}}$$

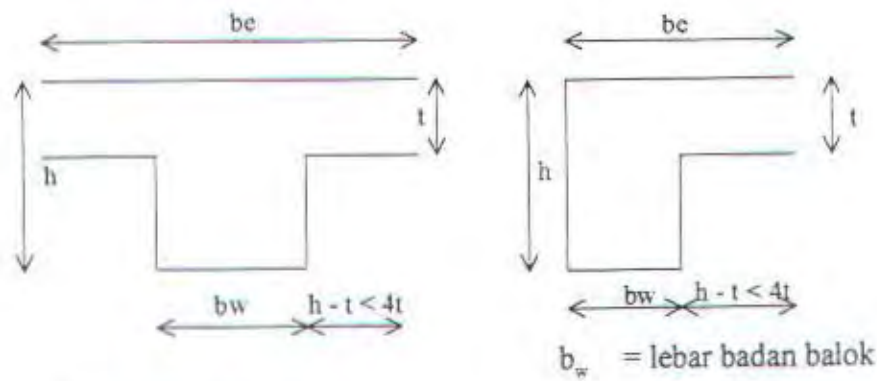
$$I_{\text{balok}} = K \times b_w \times \frac{h^3}{12}$$

$$I_{\text{slab}} = b_s \times \frac{t^3}{12}$$

$$K = \frac{1 + \left\{ \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \times \left(\frac{t}{h} \right) \times \left(4 - 6 \times \left(\frac{t}{h} \right) + 4 \times \left(\frac{t}{h} \right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \times \left(\frac{t}{h} \right)^3 \right\}}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \times \left(\frac{t}{h} \right)}$$

dimana :

b_e = lebar efektif flens



h = tinggi total balok

t = tebal total pelat

Gambar 4-1, Penampang balok T (interior dan eksterior) dalam perencanaan pelat

Perumusan mencari nilai b_e pada balok T :

a. Balok Tengah

$$b_e = b_w + 2 \times (h - t)$$

$$b_e = b_w + 2 \times (4t)$$

b. Balok Tepi

$$b_e = b_w + (h - t)$$

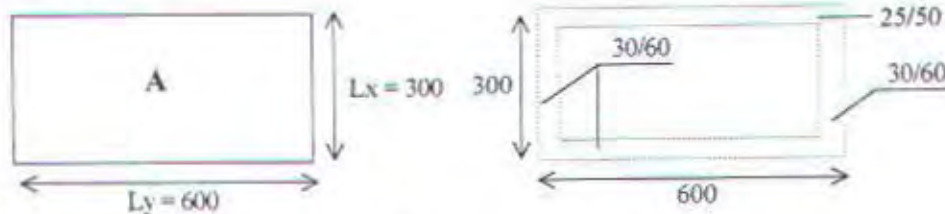
$$b_e = b_w + (4t)$$

4.2.3.2. Perhitungan tebal pelat lantai

Perhitungan pada bagian ini bertujuan untuk mencari ketebalan pelat yang dibutuhkan sesuai dengan kondisi fisik dari pelat tersebut. Dengan data-data

perencanaan yang telah dibahas sebelumnya. Asumsi dari tebal pelat yang direncanakan adalah 12 cm.

1. Pelat Type I.



$$L_n = 600 - 1/2 (30 + 30) = 570 \text{ cm}$$

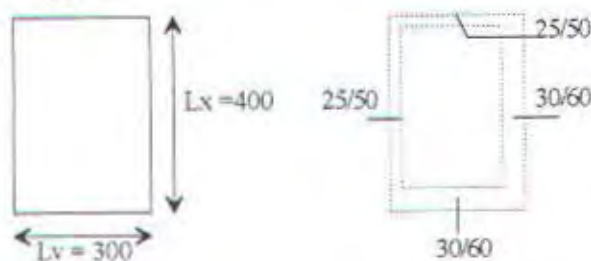
$$S_n = 300 - 1/2 (30 + 25) = 272,5 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{570}{272,5} = 2,092 > 2 \rightarrow \text{termasuk analisa pelat satu arah}$$

$$\begin{aligned} T_{\min} &= \frac{1}{24} \cdot L \cdot \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right) \\ &= \frac{1}{24} \cdot 300 \cdot \left(0,4 + \frac{390}{700} \right) = 11,96 \text{ cm} \end{aligned}$$

tebal pelat yang direncanakan 12 cm.

2. Pelat Type II.



$$L_n = 400 - 1/2 (25 + 30) = 372,5 \text{ cm}$$

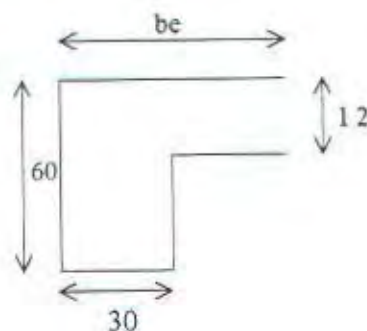
$$S_n = 300 - 1/2 (25 + 30) = 272,5 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{372,5}{272,5} = 1,367 < 2 \rightarrow \text{termasuk analisa pelat dua arah}$$

- Balok Induk Memanjang Tepi

Penentuan lebar efektif (b_e)

$$\begin{aligned} b_e &= b_w + (h - t) \\ &= 30 + (60 - 12) \\ &= 78 \text{ cm (menentukan)} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 b_e &= b_w + 4t \\
 &= 30 + 4,12 \\
 &= 78 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{1 + \left\{ \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \times \left(\frac{t}{h} \right) \times \left(4 - 6 \times \left(\frac{t}{h} \right) + 4 \times \left(\frac{t}{h} \right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \times \left(\frac{t}{h} \right)^3 \right\}}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \times \left(\frac{t}{h} \right)} \\
 K &= \frac{1 + \left\{ \left(\frac{78}{30} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{60} \right) \times \left(4 - 6 \times \left(\frac{12}{60} \right) + 4 \times \left(\frac{12}{60} \right)^2 + \left(\frac{78}{30} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{60} \right)^3 \right\}}{1 + \left(\frac{78}{30} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{60} \right)}
 \end{aligned}$$

$$= 1,478$$

$$I_{\text{balok}} = K \times b_w \times \frac{h^3}{12} = 1,478 \times 30 \times \frac{60^3}{12} = 1179645,545 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{slab}} = b_s \times \frac{t^3}{12} = 300 \times \frac{12^3}{12} = 43200 \text{ cm}^4$$

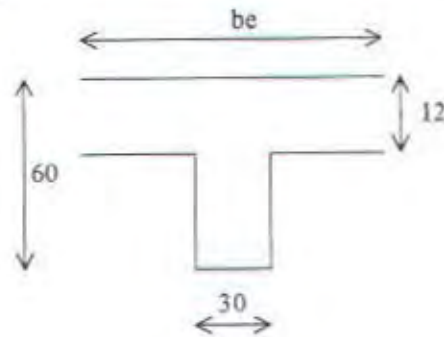
$$\alpha_1 = \frac{I_{\text{balok}}}{I_{\text{slab}}} = \frac{1179645,545}{43200} = 27,302$$

- Balok Induk Melintang Tengah 30/60

Penentuan lebar efektif (b_e)

$$\begin{aligned}
 b_e &= b_w + 2 \times (h - t) \\
 &= 30 + 2 \cdot (60 - 12) \\
 &= 126 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b_e &= b_w + 2 \times 4t \\
 &= 30 + 2 \cdot (4 \cdot 12) \\
 &= 126 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



$$K = \frac{1 + \left\{ \left(\frac{126}{30} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{60} \right) \times \left(4 - 6 \times \left(\frac{12}{60} \right) + 4 \times \left(\frac{12}{60} \right)^2 + \left(\frac{126}{30} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{60} \right)^3 \right\}}{1 + \left(\frac{126}{30} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{60} \right)} \cdot 5$$

$$= 1,02$$

$$I_{\text{balok}} = K \times b_w \times \frac{h^3}{12} = 1,02 \times 30 \times \frac{60^3}{12} = 550865,854 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{slab}} = b_s \times \frac{t^3}{12} = 300 \times \frac{12^3}{12} = 43200 \text{ cm}^4$$

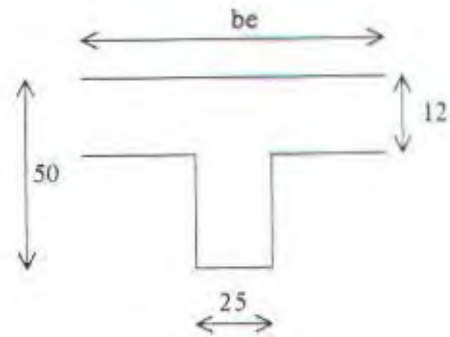
$$\alpha_2 = \frac{I_{\text{balok}}}{I_{\text{slab}}} = \frac{550865,854}{43200} = 12,752$$

- Balok Anak Memanjang Tengah 25/50

Penentuan lebar efektif (b_e)

$$\begin{aligned} b_e &= b_w + 2 \times (h-t) \\ &= 25 + 2 \times (50-12) \\ &= 101 \text{ cm (menentukan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_e &= b_w + 2 \times 4t \\ &= 25 + 2 \times (4 \times 12) \\ &= 121 \text{ cm} \end{aligned}$$



$$K = \frac{1 + \left\{ \left(\frac{101}{25} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{50} \right) \times \left(4 - 6 \times \left(\frac{12}{50} \right) + 4 \times \left(\frac{12}{50} \right)^2 + \left(\frac{101}{25} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{50} \right)^3 \right\}}{1 + \left(\frac{101}{25} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{50} \right)}$$

$$= 1,637$$

$$I_{\text{balok}} = K \times b_w \times \frac{h^3}{12} = 1,637 \times 25 \times \frac{50^3}{12} = 736650 \text{ cm}^4$$

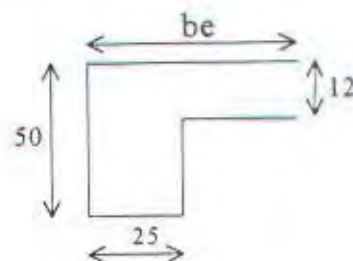
$$I_{\text{slab}} = b_s \times \frac{t^3}{12} = 300 \times \frac{12^3}{12} = 43200 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_3 = \frac{I_{\text{balok}}}{I_{\text{slab}}} = \frac{736650}{43200} = 17,0521$$

- Balok Cucu Melintang Tengah 25/50

Penentuan lebar efektif (b_e)

$$\begin{aligned} b_e &= b_w + (h-t) \\ &= 25 + (50-12) \\ &= 63 \text{ cm (yang dipakai)} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 b_e &= b_w + 4t \\
 &= 25 + 4 \cdot 12 \\
 &= 73 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$K = \frac{1 + \left\{ \left(\frac{63}{25} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{50} \right) \times \left(4 - 6 \times \left(\frac{12}{50} \right) + 4 \times \left(\frac{12}{50} \right)^2 + \left(\frac{63}{25} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{50} \right)^3 \right\}}{1 + \left(\frac{63}{25} - 1 \right) \times \left(\frac{12}{50} \right)}$$

$$= 1,484$$

$$I_{\text{balok}} = K \times b_w \times \frac{h^3}{12} = 1,484 \times 25 \times \frac{50^3}{12} = 668009,965 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{slab}} = b_s \times \frac{t^3}{12} = 300 \times \frac{12^3}{12} = 43200 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_4 = \frac{I_{\text{balok}}}{I_{\text{slab}}} = \frac{668009,965}{43200} = 15,463$$

Sehingga nilai α_m adalah :

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{27,307 + 12,752 + 17,0521 + 15,463}{4} = 18,143$$

Nilai batasan ketebalan pelat :

$$t_{\min 1} = \frac{3725 \times \left(0,8 + \left(\frac{390}{1500} \right) \right)}{36 + 5 \cdot (1,367) \cdot \left(18,143 - 0,12 \cdot \left(1 + \frac{1}{1,367} \right) \right)} = 24,898 \text{ mm} < 100 \text{ mm} \rightarrow \text{Ok}$$

$$t_{\min 2} = \frac{3725 \times \left(0,8 + \left(\frac{390}{1500} \right) \right)}{36 + 9 \cdot (1,367)} = 81,744 \text{ mm} < 100 \text{ mm} \rightarrow \text{Ok}$$

$$t_{\max} = \frac{3725 \times \left(0,8 + \left(\frac{390}{1500} \right) \right)}{36} = 109,682 \text{ mm}$$

Sehingga untuk tebal pelat type II pelat dua arah diambil tebal 12 cm dengan maksud penyeragaman tinggi pelat satu arah maupun dua arah.

4.3. Perencanaan struktur sekunder pelat lantai

4.3.1. Pelat dua arah (*two way slab*)

4.3.1.1. Pemodelan dan analisa momen pelat

Pada pemodelan, pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya. Hal ini disebabkan pada tepi-tepi pelat (baik yang menerus maupun yang tidak menerus) pasti terjadi perputaran sudut.

Pertimbangan lain pemodelan ini adalah bila pelat dianggap terjepit penuh pada keempat sisinya maka dianggap momen-momen yang terjadi sebagian besar akan diterima oleh tumpuan sehingga nilai momen lapangan akan selalu lebih kecil, padahal keadaan sesungguhnya pelat dapat berputar.

Lain halnya jika pelat dimodelkan terjepit elastis pada keempat sisinya. Pada pemodelan ini besarnya momen lapangan akan mendekati momen tumpuannya (khusus untuk pelat yang ditumpu pada keempat sisinya) sehingga pemodelan struktur lebih aman.

Momen-momen yang terjadi pada pelat dapat dihitung dengan menggunakan tabel 13.3.2. Peraturan Beton Indonesia 1971.

4.3.1.2. Perencanaan penulangan pelat

Langkah-langkah perhitungan penulangan pelat dua arah adalah sebagai berikut :

1. Rencanakan pelat yang meliputi : mutu beton dan baja, tebal pelat dan decking (selimut beton) dan diameter tulangan yang akan dipakai.
2. Hitung momen yang bekerja pada pelat dengan menggunakan Tabel 13.3.1. dan Tabel 13.3.2. Peraturan Beton Indonesia 1971.
3. Hitung rasio tulangan berimbang (ρ_b), rasio tulangan maksimum (ρ_{mak}) dan rasio tulangan minimum (ρ_{min}).

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta}{f_y} \times \frac{600}{600 - f_y}$$

dimana :

untuk $f_c' \leq 30$ MPa $\rightarrow \beta_1 = 0,85$ SK SNI '91 pasal 3.3.2 butir 7

$$\text{untuk } f_c' > 30 \text{ MPa} \rightarrow \beta_2 = 0,85 - 0,008 (f_c' - 30)$$

$$\rho_{\text{mak}} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \quad \dots\dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.3.3 butir 3}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0018 \quad \dots\dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.3.5 butir 1}$$

4. Hitung tulangan yang diperlukan ($A_{s_{\text{perlu}}}$).

Tulangan harus dihitung pada kedua arah (arah x dan arah y)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{f_y}} \right) \rightarrow m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

5. Kontrol spasi maksimum

$$S_{\text{max}} = 2 \times \text{tebal pelat} > S_{\text{terpasang}} \quad \dots\dots\dots \text{SK SNI pasal 3.6.4 butir 2}$$

6. Tulangan susut dan suhu

Tulangan susut dan suhu hanya disediakan untuk pelat-pelat dimana tulangan lenturnya memanjang hanya dalam satu arah saja (pelat satu arah) dan pelat-pelat yang berhubungan langsung dengan sinar matahari (pelat atap).

Tulangan susut dan suhu dipasang tegak lurus dengan arah tulangan memanjang dengan spasi tidak boleh lebih dari lima kali tebal pelat atau 500 mm (SK SNI '91 pasal 3.16.12 butir 2)

Rasio tulangan susut dan suhu harus diambil sebesar 0,002 untuk tulangan deform mutu 300 atau 0,0018 untuk tulangan deform mutu 400.

7. Kontrol retak

Untuk sistim pelat dua arah yang menggunakan tulangan dengan $f_y < 413,7 \text{ MPa}$ kontrol retak tidak perlu diperhitungkan.

8. Kontrol lendutan

Menurut PBI '71 pasal 10.5.2, untuk pelat dengan bentang terpendek kurang dari 4,5 meter, lendutan tidak perlu diperiksa, asalkan tebal pelat lebih besar dari 1/35 kali panjang bentang terkecil dari pelat tersebut. Untuk pelat-pelat dengan panjang bentang terkecilnya kurang dari 450 cm lendutannya tidak perlu di

hitung. Di dalam SK SNI '91 juga menyebutkan bahwa jika tebal pelat minimum yang dihitung dengan ke dua rumus SK SNI '91 pasal 3.2.5 butir 3 persamaan 3.2-12 dan 3.2-13 untuk pelat dua arah, batas lendutan yang diijinkan dapat dilihat pada tabel 3.2.5b SK SNI '91.

4.3.2. Pelat satu arah (*one way slab*)

4.3.2.1. Distribusi gaya-gaya dalam pelat satu arah

Distribusi gaya-gaya dalam pelat satu arah (menahan dalam satu arah), sebenarnya dianggap sebagai gelagar di atas beberapa tumpuan.

Untuk menentukan distribusi gaya dengan menggunakan koefisien momen dengan menggunakan Tabel 4.1. Koefisien momen pada Peraturan Beton Indonesia 1971.

4.3.2.2. Perencanaan penulangan pelat

Langkah-langkah perhitungan penulangan pelat satu arah adalah sebagai berikut :

1. Rencanakan pelat yang meliputi : mutu beton dan baja, tebal pelat dan decking (selimut beton) dan diameter tulangan yang akan dipakai.
2. Hitung momen yang bekerja pada pelat dengan menggunakan Tabel 13.3.1. dan Tabel 13.3.2. Peraturan Beton Indonesia 1971.
3. Hitung rasio tulangan berimbang, rasio tulangan maksimum dan rasio tulangan minimum.
4. Hitung tulangan yang diperlukan ($A_{s_{perlu}}$).
5. Kontrol spasi maksimum

$$S_{max} = 2 \times \text{tebal pelat} > S_{terpasang} \quad \dots\dots\dots \text{SK SNI pasal 3.6.4 butir 2}$$

6. Tulangan susut dan suhu

Tulangan susut dan suhu hanya disediakan untuk pelat-pelat dimana tulangan lenturnya memanjang hanya dalam satu arah saja (pelat satu arah) dan pelat-pelat yang berhubungan langsung dengan sinar matahari (pelat atap).

Tulangan susut dan suhu dipasang tegak lurus dengan arah tulangan memanjang dengan spasi tidak boleh lebih dari lima kali tebal pelat atau 500 mm (SK SNI '91 pasal 3.16.12 butir 2)

Rasio tulangan susut dan suhu harus diambil sebesar 0,002 untuk tulangan deform mutu 300 atau 0,0018 untuk tulangan deform mutu 400.

7. Kontrol retak

Untuk sistem pelat dua arah yang menggunakan tulangan dengan $f_y < 413,7$ MPa kontrol retak tidak perlu diperhitungkan.

Bila tegangan leleh rancang f_y tarik melebihi 300 MPa, penampang dengan momen negatif dan momen positif maksimum harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga nilai yang diberikan sesuai dengan SK SNI '91 pasal 3.3.6 mengenai kontrol retak pada pelat satu arah adalah :

$$Z = f_s^3 \times \sqrt{d_c \times A}$$

dimana :

d_c = jarak pusat tulangan tarik ke tepi luar dari suatu komponen struktur beton

A = luas efektif beton di sekitar tulangan tarik dibagi dengan jumlah tulangan (mm^2) = $\frac{2 \times d_c \times b_w}{n_{\text{tulangan}}}$

f_s = 60 % x f_y

8. Kontrol lendutan

Untuk pelat satu arah lendutan tidak perlu dihitung

4.3.3. Perhitungan penulangan pelat

4.3.3.1. Data pembebanan

Perhitungan pembebanan untuk pelat lantai berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung 1983

a. Beban-beban pelat lantai 1 (area parkir) meliputi :

1. Beban mati (D_L)

- berat sendiri pelat = $0,20 \times 2400 = 480 \text{ kg/m}^2$

2. Beban hidup (L_t)

- lantai dasar parkir = 500 kg/m²

3. Beban ultimate (Q_u)

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2 D_t + 1,6 L_t \\ &= 1,2 \times 480 + 1,6 \times 500 \\ &= 1376 \text{ kg/m}^2 = 13760 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban-beban pelat lantai 2 meliputi :

1. Beban mati (D_t)

- berat sendiri pelat	=	0,20 x 2400	=	480 kg/m ²
- plafon dan penggantung	=	11 + 7	=	18 kg/m ²
- spesi	=	21	=	21 kg/m ²
- tegel	=	24	=	24 kg/m ²
- ducting AC dan pipa-pipa	=		=	40 kg/m ²
				<hr/>
				583 kg/m ²

2. Beban hidup (L_t)

- lantai parkir = 400 kg/m²

3. Beban ultimate (Q_u)

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2 D_t + 1,6 L_t \\ &= 1,2 \times 583 + 1,6 \times 400 \\ &= 1339,6 \text{ kg/m}^2 = 13396 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban-beban pelat lantai 3 (ruang serba guna) meliputi :

1. Beban mati (D_t)

- berat sendiri pelat	=	0,12 x 2400	=	288 kg/m ²
- plafon dan penggantung	=	11 + 7	=	18 kg/m ²
- spesi	=	21	=	21 kg/m ²

- tegel	= 24	= 24 kg/m ²
- ducting AC dan pipa-pipa		= 40 kg/m ²
		<hr/> 391 kg/m ²

2. Beban hidup (L_L)

- lantai ruang Serba guna	= 500 kg/m ²
---------------------------	-------------------------

3. Beban ultimate (Q_U)

$$\begin{aligned}
 Q_U &= 1,2 D_L + 1,6 L_L \\
 &= 1,2 \times 391 + 1,6 \times 500 \\
 &= 1269,2 \text{ kg/m}^2 = 12692 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

d. Beban-bekan pelat lantai 4 (ruang balkon) meliputi :

1. Beban mati (D_L)

- berat sendiri pelat	= $0,12 \times 2400$	= 288 kg/m ²
- plafon dan penggantung	= $11 + 7$	= 18 kg/m ²
- spesi	= 21	= 21 kg/m ²
- tegel	= 24	= 24 kg/m ²
- ducting AC dan pipa-pipa		= 40 kg/m ²
		<hr/> 391 kg/m ²

2. Beban hidup (L_L)

- lantai balkon	= 400 kg/m ²
-----------------	-------------------------

3. Beban ultimate (Q_U)

$$\begin{aligned}
 Q_U &= 1,2 D_L + 1,6 L_L \\
 &= 1,2 \times 391 + 1,6 \times 400 \\
 &= 1109,2 \text{ kg/m}^2 = 11092 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

e. Beban-bekan pelat lantai 5 - 7 meliputi :

1. Beban Mati (D_L)

- berat sendiri pelat	=	$0,12 \times 2400$	=	288 kg/m ²
- plafon dan penggantung	=	11 + 7	=	18 kg/m ²
spesi	=	21	=	21 kg/m ²
tegél	=	24	=	24 kg/m ²
ducting AC dan pipa-pipa			=	40 kg/m ²
				<hr/> 391 kg/m ²

2. Beban hidup (L_L)

- lantai ruang serba guna	=	250 kg/m ²
---------------------------	---	-----------------------

3. Beban ultimate (Q_U)

$$\begin{aligned}
 Q_U &= 1,2 D_L + 1,6 L_L \\
 &= 1,2 \times 391 + 1,6 \times 250 \\
 &= 869,2 \text{ kg/m}^2 = 8692 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

f. Beban-beban pelat atap meliputi :

1. Beban mati (D_L)

- berat sendiri pelat	=	$0,12 \times 2400$	=	288 kg/m ²
- plafon dan penggantung	=	11 + 7	=	18 kg/m ²
spesi	=	21	=	21 kg/m ²
water profing	=	14	=	14 kg/m ²
ducting AC dan pipa-pipa			=	40 kg/m ²
				<hr/> 381 kg/m ²

2. Beban hidup (L_L)

- Beban hidup atap	=	100 kg/m ²
- Beban air hujan ($\alpha = 0$)	=	20 kg/m ²

3. Beban ultimate (Q_U)

$$Q_U = 1,2 D_L + 1,6 L_L$$

$$= 1,2 \times 381 + 1,6 \times 120$$

$$= 649,2 \text{ kg/m}^2 = 6492 \text{ N/m}^2$$

4.3.3.2. Perhitungan penulangan pelat atap

- Perhitungan penulangan pelat dipakai "Metode Kekuatan Batas", sesuai dengan SK SNI '91 pasal 3.3.2. butir 7 adalah $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- Diasumsikan bahwa semua perletakan pelat adalah jepit elastis keempat sisinya.
- Tebal rencana pelat = 12 cm
- Selimut beton decking = 40 cm
- Tulangan yang digunakan = D12
- Mutu tulangan baja (f_y) = 390 MPa

Pelat tipe I (atap)

$$L_n = 600 - 1/2 (30 + 30) = 570 \text{ cm}$$

$$S_n = 300 - 1/2 (30 + 25) = 272,5 \text{ cm}$$

$$L_y/L_x = \frac{570}{272,5} = 2,092 > 2 \rightarrow \text{Pelat satu arah}$$

Untuk menghitung momen pada pelat digunakan PBI 1971 dimana berdasarkan psl 13.2 momen untuk pelat satu arah didapat sebagai berikut :

1. Momen Lapangan

$$M_u = \frac{1}{11} \cdot q_u \cdot l_x^2$$

$$= \frac{1}{11} \cdot 6492,6^2 = 21246,55 \text{ Nm}$$

2. Momen jepit tak terduga

$$M_u = \frac{1}{24} \cdot q_u \cdot l_x^2$$

$$= \frac{1}{24} \cdot 6492,6^2 = 9738 \text{ Nm}$$

Rasio penulangan maksimum dan minimum

$$\rho_{\min} = 0,0018$$

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{390} \times \frac{600}{600 + 390} = 0,03368$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 0,03368 \\ &= 0,0253\end{aligned}$$

a. Kebutuhan tulangan lapangan

$$M_{u_x} = 21246,55 \text{ N m}$$

$$d_x = 120 - 40 - 12/2 = 74 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_{u_x}}{\phi \times b \times d^2} = \frac{21246,55 \times 10^3}{0,8 \times 1000 \times 75^2} = 4,85$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{390}{0,85 \times 30} = 15,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{15,29} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 4,85}{390}} \right) \\ &= 0,0139 \rightarrow \rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}\end{aligned}$$

Sehingga dipakai ρ_{perlu} untuk menghitung tulangan yang diperlukan.

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,0139 \times 1000 \times 74$$

$$= 1029,800 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipasang tulangan, D12 - 100} \rightarrow (A_{s_{\text{ada}}} = 1131 \text{ mm}^2)$$

$$A_{s_{\text{susut}}} = \rho \cdot b \cdot h$$

$$= 0,0018 \cdot 1000 \cdot 120 = 216 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipasang tulangan, } \phi 6 - 125 (A_s = 226,192 \text{ mm}^2)$$

• Kontrol Spasi terpasang

Syarat jarak tidak boleh melebihi 2 kali tebal pelat pada penampang kritis.

$$S_{\text{terpasang}} < 2.t$$

$$75 < 2 \times 120 = 240 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!}$$

Syarat jarak tulangan untuk tulangan susut tidak boleh melebihi 5 kali tebal pelat pada penampang kritis.

$$S_{\text{terpasang}} < 5.s$$

$$100 < 5 \times 120 = 600 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!}$$

• Kontrol Lebar retak PBI'71 Pasal 10.7.3.

$$w = \alpha \cdot \left(C_3 \cdot c + C_4 \cdot \frac{d}{\varpi_p} \right) \cdot \left(\sigma_a - \frac{C_5}{\varpi_p} \right) \cdot 10^{-6} [\text{cm}]$$

$$\text{dimana : } \alpha = 1, C_3 = 1,5 ; C_4 = 0,004 ; C_5 = 7,5 ; \sigma_a = 2400 \text{ kg/m}^2$$

$$d = 1 ; c = 4 ; \varpi_p = 0,0013$$

$$w = 1 \cdot \left(1,5 \cdot 4 + 0,004 \cdot \frac{1}{0,0013} \right) \cdot \left(2400 - \frac{7,5}{0,0013} \right) \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,116 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm (Psl.10.7.1a.)} \rightarrow \text{Ok}$$

b. Kebutuhan Tulangan Tumpuan Akibat Momen Jepit Tak terduga.

$$M_{u_y} = 9738 \text{ N m}$$

$$d_y = 120 - 40 - 10 - 10/2 = 65 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_{u_x}}{\phi \times b \times d^2} = \frac{9738 \times 10^3}{0,8 \times 1000 \times 65^2} = 2,88$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{390}{0,85 \times 30} = 15,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15,29} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 2,88}{390}} \right)$$

$$= 0,0079 \rightarrow \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$$

Sehingga dipakai ρ_{perlu} untuk menghitung tulangan yang diperlukan.

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,0079 \times 1000 \times 65$$

$$= 510,874 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan, D10-125 $\rightarrow (A_{s_{ada}} = 628,319 \text{ mm}^2)$

$$A_{s_{susut}} = \rho \cdot b \cdot h$$

$$= 0,0018 \cdot 1000 \cdot 120 = 216 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan, $\phi 6 - 125 (A_s = 226,192 \text{ mm}^2)$

♦ Kontrol Spasi terpasang

Syarat jarak tidak boleh melebihi 2 kali tebal pelat pada penampang kritis.

$$S_{\text{terpasang}} < 2.t$$

$$175 < 2 \times 120 = 240 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!}$$

Syarat jarak tulangan untuk tulangan susut tidak boleh melebihi 5 kali tebal pelat pada penampang kritis.

$$S_{\text{terpasang}} < 5.t$$

$$125 < 5 \times 110 = 550 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!}$$

♦ Kontrol Lebar retak PBI'71 Pasal 10.7.3

$$w = \alpha \cdot \left(C_3 \cdot c + C_4 \cdot \frac{d}{\varpi_p} \right) \cdot \left(\sigma_a - \frac{C_5}{\varpi_p} \right) \cdot 10^{-6} [\text{cm}]$$

dimana $\alpha = 1$, $C_3 = 1,5$; $C_4 = 0,004$; $C_5 = 7,5$; $\sigma_a = 2400 \text{ kg/m}^2$

$$d = 1; c = 4; \varpi_p = 0,00538$$

$$w = 1 \cdot \left(1,5 \cdot 4 + 0,004 \cdot \frac{1}{0,00538} \right) \cdot \left(2400 - \frac{7,5}{0,00538} \right) \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,023 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm (Psl.10.7.1a.)} \rightarrow \text{Ok}$$

Perhitungan Penulangan Pelat Lainnya di tabel 4.2.

4.3. Perencanaan struktur sekunder tangga

4.3.1. Modelisasi tangga.

Perencanaan struktur tangga dapat mengambil beberapa macam alternatif baik struktur maupun perletakannya. Struktur dapat direncanakan sebagai pelat (*shell*) maupun frame balok. Perbedaan asumsi ini akan menentukan besarnya gaya-gaya reaksi yang akan terjadi pada konstruksi tangga tersebut.

Perletakan tangga dapat diasumsikan sebagai sendi-sendi, sendi-jepit, sendi-rol ataupun jepit-jepit. Perbedaan asumsi ini akan menentukan cara penulangan dan konsentrasi penulangan strukturnya serta pengaruhnya terhadap struktur secara keseluruhan.

Dalam perencanaan struktur tangga ini, tangga diasumsikan sebagai frame 2 dimensi dimana kondisi ujung perletakan dianggap sendi, sedangkan pada ujung lain dianggap perletakan rol. Ketentuan perencanaan injakan tangga dan kemiringan tangga yang baik adalah sebagai berikut (menurut Imam Subarkah) :

$$60 \text{ cm} < 2 \times t + i < 62 \text{ cm}$$

dimana :

t : tinggi injakan

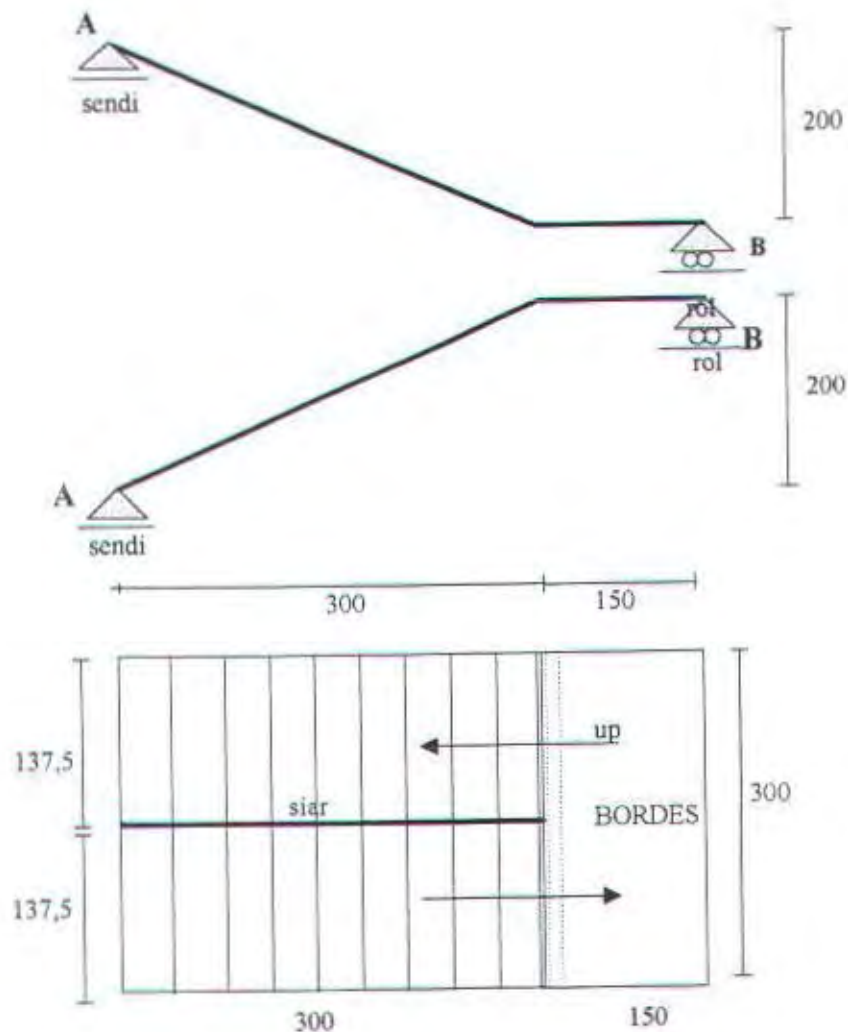
i : lebar injakan

Sedangkan kemiringan tangga (α) besarnya tidak melebihi 40° .

4.3.2 Perhitungan tangga

a. Data-data perencanaan tangga

- l (panjang tangga) = 300 cm
- p (lebar bordes) = 300 cm
- b (lebar tangga) = 300 cm
- h (tinggi tangga) = 400 cm, dengan tinggi bordes 200 cm



b. Preliminary disain tangga

direncanakan :

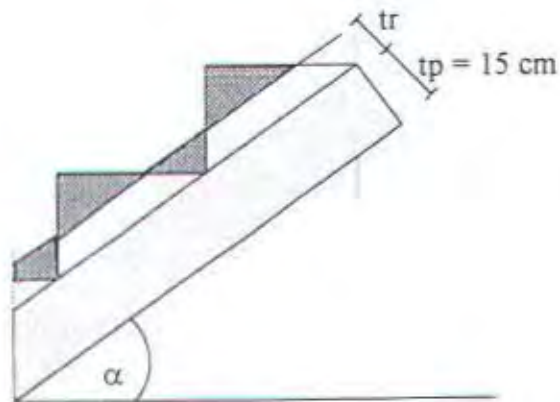
- lebar injakan (i) = 27 cm
- tinggi injakan (t) = 17 cm

persyaratan perencanaan tangga (Konstruksi Bangunan, Imam Subarkah) :

$$60 < 2 \times 17 + 27 < 62$$

$$60 < 61 < 62 \dots\dots \text{oke !}$$

- banyaknya injakan = $200/17 = 12$ injakan
- jumlah injakan dikurangi bordes = $12 - 1 = 11$ injakan
- jarak horisontal, $X = 11 \times 27 = 300$ cm
- jarak vertikal, $Y = 200$ cm



Gambar 4-2. Rencana tebal pelat dan tinggi injakan tangga.

- kemiringan tangga = $\alpha = \arctg (17/27) = 32,2^\circ < 40^\circ$

- tebal rata-rata injakan

dengan mengambil, $tp = 15$ cm, tr dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\arctg \frac{17}{27} = \arcsin \frac{2 \times tr}{27}$$

$$\frac{27}{2} \times \sin \left(\arctg \frac{17}{27} \right) = tr$$

$$tr = 7,2 \text{ cm}$$

$$\text{jadi tebal rata-rata dari pelat adalah} = 15 + 7,2 = 22,2 \text{ cm}$$

- tebal bordes yang dipakai = 15 cm

C. Pembebanan

1. Beban pada tangga

Beban mati (D_L)

- berat sendiri pelat	$= 0,222 \times 2400 \times \frac{1}{\cos 32,2}$	$= 629,64 \text{ kg/m}^2$
- spesi dan tegel	$= 24 + 21$	$= 54 \text{ kg/m}^2$
- sandaran		$= 50 \text{ kg/m}^2$
		<hr/>
		$724,64 \text{ kg/m}^2$

Beban hidup (L_L)

- lantai ruang kuliah	$= 400 \text{ kg/m}^2$
-----------------------	------------------------

Beban ultimate (Q_U)

$$\begin{aligned} Q_U &= 1,2 D_L + 1,6 L_L \\ &= 1,2 \times 724,64 + 1,6 \times 400 \\ &= 1509,568 \text{ kg/m}^2 = 15095,68 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

2. Beban pada bordes

Beban mati (D_L)

- berat sendiri pelat	=	$0,15 \times 2400$	=	360 kg/m^2
- tegel dan spesi	=	$24 + 21$	=	45 kg/m^2
- sandaran			=	50 kg/m^2
				<hr/>
				455 kg/m^2

Beban hidup (L_L)

- lantai ruang kuliah	=	400 kg/m^2
-----------------------	---	----------------------

Beban ultimate (Q_U)

$$\begin{aligned} Q_U &= 1,2 D_L + 1,6 L_L \\ &= 1,2 \times 455 + 1,6 \times 400 \\ &= 1186 \text{ kg/m}^2 = 11860 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

D. Perhitungan penulangan pelat tangga.

Dari analisa SAP90 atau perhitungan manual di atas, diperoleh output gaya dalam dengan harga-harga maksimum sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= 3197,70 \text{ kg-m} \\ &= 31977,0 \times 10^3 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

Data perencanaan penulangan pelat tangga :

1. tebal pelat tangga = 150 mm
2. selimut beton = 20 mm
3. diameter tulangan utama = D12
4. d = $150 - 20 - 1/2 \times 12 = 124 \text{ mm}$

Metoda perhitungan penulangan pada elemen tangga adalah metoda kekuatan batas. Adapun batasan-batasan yang ditetapkan adalah :

$$\rho_{\min} = 0,0018$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{390} \times \left(\frac{600}{600 + 390} \right) = 0,03368\end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,03368$$

$$= 0,0253$$

- Penulangan arah X

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_u}{\phi \times b \times d} \\ &= \frac{31977 \times 10^3}{0,8 \times 1000 \times 124^2} = 2,60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c'}} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 30}{390} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,60}{0,85 \times 30}} \right) \\ &= 0,0071\end{aligned}$$

karena $\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$, maka dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 0,0071$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0071 \times 1000 \times 124 \\ &= 873,600 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

dipasang tulangan D12 - 100 $\rightarrow (A_{s_{\text{ada}}} = 1130,9 \text{ mm}^2)$

- Penulangan arah Y

Direncanakan sebagai pelat satu arah maka penulangan arah y adalah tulangan pembagi dengan jumlah tulangan :

$$\begin{aligned}\text{Tulangan pembagi} &= 0,002 \times A_{\text{bruto}} \\ &= 0,002 \times 1000 \times 150 \\ &= 300 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{dipasang tulangan D10 - 200 mm} \rightarrow (A_{s_{\text{ada}}} = 393 \text{ mm}^2)$$

- Penulangan geser

$$V_u = 1780,55 \text{ kg}$$

Sumbangan kekuatan geser beton menurut SKSNI '91

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,6 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 1000 \times 124 \\ &= 67917,5 \text{ N} = 6791,75 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$V_u = 1780,55 \text{ kg} < \phi V_c = 6791,75 \text{ kg} \text{ -- tidak perlu tulangan geser}$$

Untuk seluruh elemen-elemen pada tangga didapatkan bahwa gaya geser yang terjadi adalah di bawah kekuatan geser beton sehingga tidak diperlukan tulangan geser untuk menambah kekuatan.

f. Penulangan pelat bordes.

Dari analisa SAP90 atau perhitungan manual di atas, diperoleh output gaya dalam dengan harga-harga maksimum sebagai berikut :

$$\begin{aligned}M_{\text{max}} &= 2785,75 \quad \text{kg-m} \\ &= 27857,5 \times 10^3 \text{ N-mm}\end{aligned}$$

Data perencanaan penulangan pelat tangga :

$$1. \text{ tebal pelat tangga} = 150 \text{ mm}$$

2. selimut beton = 20 mm
3. diameter tulangan utama = D12
4. d = $150 - 20 - 1/2 \times 12 = 124 \text{ mm}$

- Penulangan arah X

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d}$$

$$= \frac{27857,5 \times 10^3}{0,8 \times 1000 \times 124^2} = 2,265$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c'}} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 30}{390} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,265}{0,85 \times 30}} \right)$$

$$= 0,0061$$

karena, $\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$ maka dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 0,0061$

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,0061 \times 1000 \times 124$$

$$= 755,23 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D12 - 125 $\rightarrow (A_{s_{\text{ada}}} = 904 \text{ mm}^2)$

- penulangan arah y

Direncanakan sebagai pelat satu arah maka penulangan arah y adalah tulangan pembagi dengan jumlah tulangan :

$$\text{Tulangan pembagi} = 0,002 A_{\text{bruto}}$$

$$= 0,002 \times 1000 \times 150$$

$$= 300 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D10 - 200 $\rightarrow (A_{s_{\text{ada}}} = 393 \text{ mm}^2)$

- penulangan geser

$$V_u = 2623,97 \text{ kg}$$

Sumbangan kekuatan geser beton menurut SKSNI '91 :

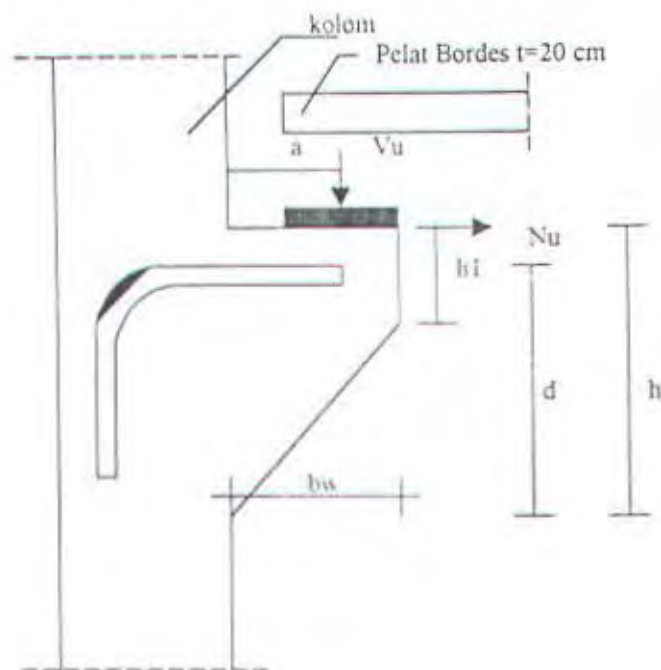
$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 1000 \times 124 \\ &= 67917,5 \text{ N} = 6791,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u = 2623,97 \text{ kg} < \phi V_c = 6791,75 \text{ kg} \text{ — tidak perlu tulangan geser}$$

Untuk seluruh elemen-elemen pada tangga didapatkan bahwa gaya geser yang terjadi adalah di bawah kekuatan geser beton sehingga tidak diperlukan tulangan geser untuk menambah kekuatan.

4.3.5. Perhitungan Konsol Penyangga Bordes



Perencanaan konsol :

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$h_l = 200 \text{ mm} > \frac{1}{2}d = (1/2).353 = 176,5 \text{ mm} \dots (\text{ok})$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan utama} = \phi 22$$

$$\text{Tulangan geser} = \phi 8$$

$$d = 400 - 40 - (1/2). \phi 22 = 349 \text{ mm}$$

$$a = 150 \text{ mm}$$

$$a/d \leq 1$$

$$150/353 = 0,424 \leq 1 \quad (\text{ok})$$

$$V_u = 2992,07 \text{ kg} = 29920,70 \text{ N}$$

$$V_n \text{ maks} = \frac{V_u}{\phi} = \frac{29920,7}{0,65} = 46031,846 \text{ N}$$

$$V_n \text{ maks} \leq 0,2 \cdot f_c' \cdot b \cdot d \leq 5,5 \cdot b_w \cdot d$$

$$0,2 \cdot f_c' \cdot b \cdot d = 0,2 \cdot 30 \cdot 1000 \cdot 349 = 2094000 \text{ N} > V_n \text{ maks} \quad (\text{ok})$$

$$5,5 \cdot b_w \cdot d = 5,5 \cdot 1000 \cdot 349 = 1919500 \text{ N} > V_n \text{ maks} \quad (\text{ok})$$

- Penulangan geser

Untuk pengecoran monolit :

$$A_v f = \frac{V_u}{\phi \cdot f_y \cdot \mu} = \frac{29920,7}{0,65 \cdot 390 \cdot 1,4} = 84,307 \text{ mm}^2 = 0,8431 \text{ cm}^2$$

- Penulangan momen :

$$M_u = V_u \cdot a + N_u \cdot (h - d)$$

$$= (29920,7 \times 150) + [(0,2 \cdot 29920,70) \times (400 - 349)]$$

$$= 4793296,140 \text{ N.mm}$$

$$A_f = \frac{4793296,14}{0,65 \times 390 \times 0,85 \times 349} = 63,740 \text{ mm}^2$$

$$A_n = \frac{0,2 \times 29920,7}{0,65 \times 390} = 23,606 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \left[\frac{2}{3} (A_{uf}) + A_n \right] = \left[\frac{2}{3} (84,302) + 23,808 \right] = 79,808 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_f + A_n = 63,740 + 23,606 = 87,346 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= (0,04) \frac{f_c'}{f_y} \times b \times d \\ &= (0,04) \frac{30}{390} \times 250 \times 349 \\ &= 313,205 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Dipakai } A_{s \text{ min}} = 313,205 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_h &= \frac{1}{2} (A_s - A_n) = \frac{1}{2} (313,205 - 23,606) \\ &= 144,80 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Menentukan diameter tulangan :

$$A_s \text{ perlu} = 313,205 \text{ mm}^2, \text{ gunakan } 3\phi 14 = 462 \text{ mm}^2$$

$$A_n \text{ perlu} = 144,80 \text{ mm}^2, \text{ gunakan } 3\phi 8 = 151 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipasang sepanjang } \frac{2}{3} d = 232,66 \text{ mm}$$

Maka dipasang 3 $\phi 8$ dengan spasi 115 mm

4.4. Perencanaan balok anak

Balok anak merupakan struktur sekunder sehingga bukan merupakan elemen yang menerima gaya lateral tetapi lebih berfungsi sebagai struktur yang mendukung beban gravitasi unsur lain yang berhubungan dengannya, misalnya beban pelat serta menyalurkan beban-beban tersebut pada struktur utama. Selain itu balok anak juga berfungsi sebagai pengaku pelat sehingga benar-benar horisontal dan kaku pada bidangnya. Kegunaan balok anak yang lainnya adalah untuk memperkecil lendutan pada pelat sehingga dapat memperkecil ketebalan pelat. Dengan demikian dalam perencanaannya lebih ekonomis.

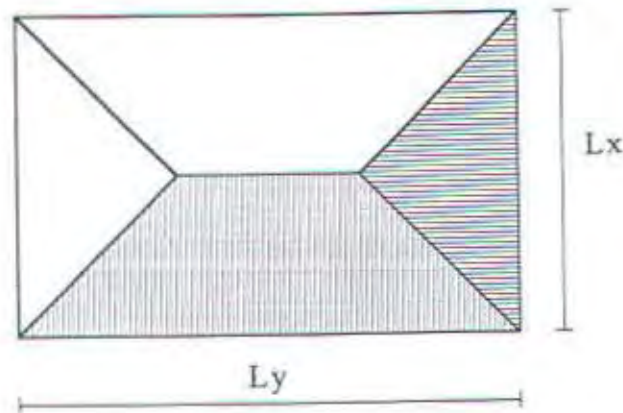
Dalam perencanaan balok anak akan dibahas mengenai cara mencari gaya-gaya dalam dari balok anak yang dipakai untuk perencanaan tulangan pada balok anak, baik tulangan lentur, geser dan torsi serta terhadap kontrol lendutan serta retak.

4.4.1. Tipe-tipe pembebanan pada balok

Beban-beban yang bekerja pada balok anak tersebut adalah berat sendiri balok anak tersebut dan semua beban merata pada pelat (termasuk berat sendiri pelat dan beban hidup merata di atasnya). Distribusi beban pada balok pendukung sedemikian rupa sehingga dapat dianggap sebagai beban segitiga pada lajur yang pendek serta beban trapesium pada lajur yang panjang. Beban-beban berbentuk trapesium maupun segitiga tersebut kemudian dirubah menjadi beban merata ekuivalen dengan menyamakan momen maksimumnya.

Beban ekuivalen tersebut digunakan sebagai beban merata pada balok anak maupun balok induk untuk perhitungan analisa struktur dengan menggunakan bantuan SAP90. Untuk balok yang menerima beban tembok diperhitungkan sebagai beban terbagi merata yang besarnya ditambahkan pada beban ekuivalen tersebut.

Adapun perumusan beban ekuivalen dapat diturunkan sebagai berikut :

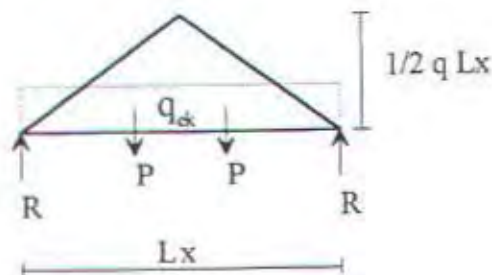


Beban pada pelat adalah $= q \text{ kg/m}^2$

Gambar 4-6. Distribusi beban pada balok akibat beban pelat

Variasi pembebanan dan beban ekuivalen yang terjadi pada perhitungan balok anak ini antara lain :

1. Beban ekuivalen satu segitiga



$$P = q \times 1/2 \times L_x$$

$$P_1 = P \times 1/2 \times L_x \times 1/2$$

$$= 1/4 \times P \times L_x$$

berdasarkan M_{\max}

$$M'_{\max} = P_1 \times (1/2 \times L_x) - P_1 \times (1/3 \times 1/2 \times L_x)$$

$$= P_1 \times (1/2 \times L_x - 1/6 \times L_x)$$

$$= 1/3 \times (1/4 \times P \times L_x) \times L_x$$

$$M_{\max} = 1/8 \times q_{ek} \times L_x^2$$

$$M'_{\max} = M_{\max}$$

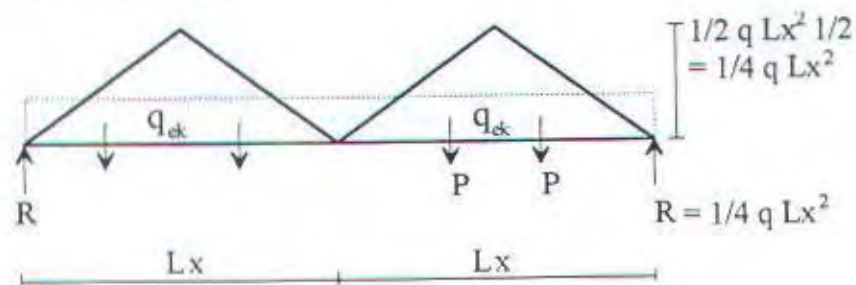
$$1/12 \times P \times L_x = 1/8 \times q_{ek} \times L_x^2$$

$$q_{ek} = 2/3 \times P$$

$$= 2/3 \times 1/2 \times q \times L_x$$

$$= 1/3 \times q \times L_x$$

2. Beban ekivalen dua segitiga



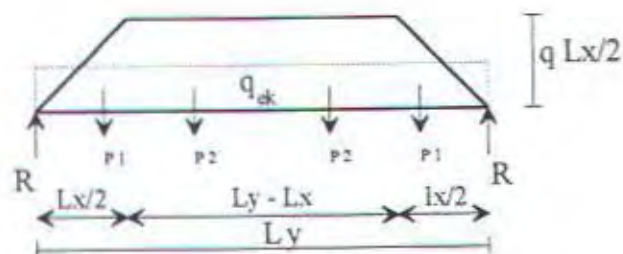
berdasarkan momen maksimum :

$$M'_{ek} = M_{\max}$$

$$1/8 \times q_{ek} \times (2 \times L_x^2) = 1/4 \times q \times L_x^2 \times L_x - 1/4 \times q \times L_x^2 (L_x/2)$$

$$q_{ek} = 1/4 \times q \times L_x$$

3. Beban ekivalen trapesium



$$P = 1/2 \times L_x \times q$$

$$P_1 = P \times 1/2 \times L_x \times 1/2 = 1/4 \times P \times L_x$$

$$P_2 = P \times 1/2 \times (L_y - L_x)$$

$$R = P_1 + P_2$$

$$= 1/4 \times P \times L_x + 1/2 \times P \times (L_y - L_x)$$

$$= 1/4 \times P \times \{L_x + 2 \times (L_y - L_x)\}$$

berdasarkan M_{\max}

$$\begin{aligned} M'_{\max} &= R \times 1/2 \times L_y - P_1 \times (1/2 \times L_y - 2/3 \times 1/2 \times L_x) - P_2 \times 1/2 \times 1/2 \times (L_y - L_x) \\ &= 1/8 \times P \times \{L_x + 2 \times (L_y - L_x)\} \times L_y - 1/4 \times P \times L_x \times (1/2 \times L_y - 1/3 \times L_x) - \\ &\quad P \times 1/8 \times (L_y - L_x) \times (L_y - L_x) \\ &= (1/8 \times L_y^2 - 1/24 \times L_x^2) \times P \end{aligned}$$

$$M_{\max} = 1/8 \times q_{ek} \times L_x^2$$

$$M'_{ek} = M_{\max}$$

$$(1/8 \times L_y^2 - 1/24 \times L_x^2) \times P = 1/8 \times q_{ek} \times L_y^2$$

$$(3 \times L_y^2 - L_x^2) \times P = 3 \times q_{ek} \times L_y^2$$

$$q_{ek} = \{1 - 1/3 \times (L_x^2/L_y^2)\} \times P$$

$$= 1/2 \times q \times L_x \times \{1 - 1/3 \times (L_x/L_y)^2\}$$

4.4.3. Perhitungan penulangan balok anak

Penulangan balok anak meliputi penulangan lentur, penulangan geser dan torsi, kontrol retak dan kontrol lendutan, sedangkan tulangan torsi hanya dipasang minimum karena pada prinsipnya untuk balok anak interior tidak pernah menerima torsi.

4.4.3.1. Penulangan lentur balok anak

a. Dasar-dasar perencanaan

Penulangan lentur untuk momen negatif pada daerah tumpuan dihitung dengan menganggap penampang balok adalah penampang persegi, sedangkan perhitungan lentur pada daerah lapangan, apabila balok dicor monolit dengan pelat adalah memakai prosedur disain konstruksi balok T dengan penentuan lebar flens menurut SK SNI '91 pasal 3.1.10.

Kekuatan nominal dari suatu komponen struktur untuk memikul beban lentur dan aksial didasarkan pada asumsi yang diberikan dalam SK SNI '91 pasal 3.3.2 butir 2 sampai 7 pada yaitu :

1. Regangan dalam tulangan dan beton harus diasumsikan berbanding langsung dengan jarak dari sumbu netral, kecuali untuk komponen struktur lentur tinggi dengan rasio tinggi total terhadap bentang bersih yang lebih besar dari 2/5 untuk bentang menerus dan lebih besar dari 4/5 untuk balok dengan tumpuan sederhana, harus digunakan distribusi regangan non-linier (SK SNI '91 pasal 3.2.2 butir 2)
2. Regangan maksimum yang dapat digunakan pada serat beton tekan terluar harus diasumsikan sama dengan 0,003 (SK SNI '91 pasal 3.3.2 butir 3)
3. Tegangan dalam tulangan di bawah kuat leleh yang ditentukan f_y untuk mutu tulangan yang digunakan harus diambil sebesar E_s dikalikan regangan baja ($f_s = E_s \times \epsilon_s$). Untuk regangan yang lebih besar dari regangan yang memberikan f_y tegangan pada tulangan harus dianggap tidak bergantung pada regangan dan sama dengan f_y (SKSNI-1991 pasal 3.3.2 butir 4).
 - Bila $\epsilon_s \leq \epsilon_y \rightarrow$ maka : $f_s = E_s \times \epsilon_s$
 - Bila $\epsilon_s \geq \epsilon_y \rightarrow$ maka : $f_s = f_y$
4. Dalam perhitungan lentur beton bertulang kuat tarik beton harus diabaikan (SK SNI '91 pasal 3.3.2 butir 5)
5. Hubungan antara distribusi tegangan tekan beton dan regangan beton boleh diasumsikan berbentuk persegi, trapesium, parabola atau bentuk lainnya yang menghasilkan perkiraan kekuatan yang cukup baik bila dibandingkan dengan hasil penyelidikan yang lebih menyeluruh (SK SNI '91 pasal 3.3.2 butir 6)
6. Kekuatan dari poin 5 tersebut di atas boleh dianggap dipenuhi oleh suatu distribusi tegangan beton persegi ekuivalen yang didefinisikan sebagai berikut (SK SNI '91 pasal 3.3.2 butir 7) :
 1. Tegangan beton sebesar $0,85 \times f_c'$ harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak $a = b_1 \times c$ dari serat dengan regangan tekan maksimum

2. Jarak c dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak lurus terhadap sumbu tersebut
3. Faktor b_1 harus diambil sebesar 0,85 untuk kuat tekan beton f_c' hingga atau sama dengan 30 MPa. Untuk kekuatan di atas 30 MPa, b_1 harus direduksi secara menerus sebesar 0,008 untuk setiap kelebihan 1 MPa di atas 30 MPa, tetapi b_1 tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

$$\text{Untuk } f_c' \leq 30 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$\text{Untuk } f_c' > 30 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0,85 - 0,008 \times (f_c' - 30) \geq 0,65$$

- b. Kondisi regangan berimbang dan batas rasio penulangan.

Definisi regangan berimbang pada suatu penampang adalah suatu kondisi dimana tulangan tarik mencapai tegangan leleh yang disyaratkan (f_y) pada saat yang bersamaan dengan bagian beton yang tertekan mencapai regangan batas sebesar 0,003.

Jika rasio tulangan beton terpasang lebih besar dari keadaan berimbang tersebut di atas maka letak garis netral beton akan turun sehingga regangan beton di daerah tekan akan lebih besar dari regangan batas beton yang disyaratkan ($\epsilon_{cu} = 0,003$) pada tulangan tarik mencapai lelehnya. Jadi beton di daerah tekan akan hancur lebih dahulu sebelum tulangan tarik meleleh. Pola keruntuhan semacam ini sedapat mungkin harus dihindari karena pola keruntuhannya bersifat mendadak.

Sebaliknya diusahakan pola keruntuhan beton harus secara duktail yaitu beton harus menunjukkan deformasi yang cukup besar sebelum tercapainya kekuatan runtuhnya sehingga secara dini akan tampak bahwa komponen strukur tersebut sudah membahayakan.

Berikut ini diberikan harga rasio penulangan pada keadaan berimbang (ρ_b), harga rasio penulangan maksimum (ρ_{max}) dan rasio tulangan minimum (ρ_{min}) dari balok berpenampang persegi dengan tulangan tunggal :

$$\rho_h = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_h$$

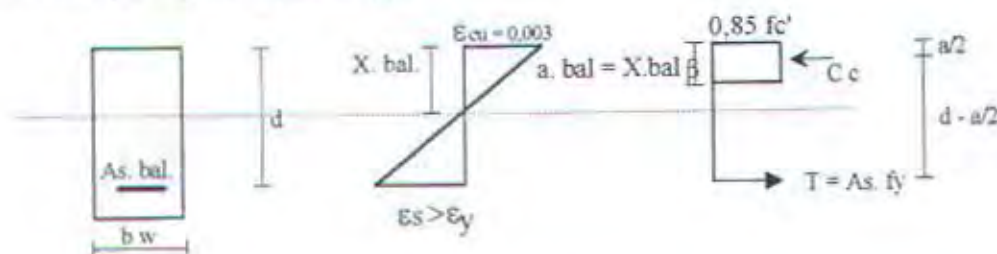
$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Batasan penulangan minimum di atas diberikan untuk pertimbangan ekonomis beton. Jika tulangan terpasang lebih kecil dari tulangan minimum yang disyaratkan maka pada saat tercapainya kekuatan nominal dari suatu komponen struktur beton. Otomatis tegangan tekan yang terjadi pada beton sangat kecil dibandingkan dengan kekuatan hancur beton sehingga kekuatan beton seolah-olah tidak dimanfaatkan untuk menunjang kekuatan komponen struktur tersebut.

Penampang persegi direncanakan hanya menggunakan tulangan tarik saja. Penambahan tulangan tekan baru diperhitungkan bila rasio tulangan tarik yang diperlukan melebihi rasio tulangan maksimum yang disyaratkan atau dengan kata lain bila momen yang terjadi melebihi kapasitas momen yang dapat ditahan oleh tulangan tarik saja.

Kuat lentur penampang persegi empat

a. Balok persegi tulangan tunggal



Gambar 4-7. Tegangan penampang balok persegi tulangan tunggal

Kegagalan seimbang (SK SNI '91 pasal 3.3.3 butir 2) :

Kondisi seimbang terjadi pada penampang ketika tulangan tarik tepat mencapai tegangan lelehnya (f_y) pada saat bersamaan bagian beton yang tertekan mencapai regangan batas (asumsi sebesar 0,003)

- Kegagalan tekan

Over reinforced (bahaya) : - $A_s > A_{s_{bal}}$

$$- x > x_{bal}$$

$$- \epsilon_s < \epsilon_y$$

Under reinforced (aman) : - $A_s < A_{s_{bal}}$

$$- x < x_{bal}$$

$$- \epsilon_s > \epsilon_y$$

- Rasio tulangan :

Untuk menjamin terjadinya kondisi keruntuhan tarik (SK SNI '91 pasal 3.3.3 butir 3) disyaratkan : $\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{bal}$.

ρ_{bal} didapat dari penurunan rumus :

$$\frac{x_{bal}}{d} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_s} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \frac{f_y}{E_s}} = \frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{2 \times 10^5}} = \frac{600}{600 + f_y}$$

kesetimbangan gaya

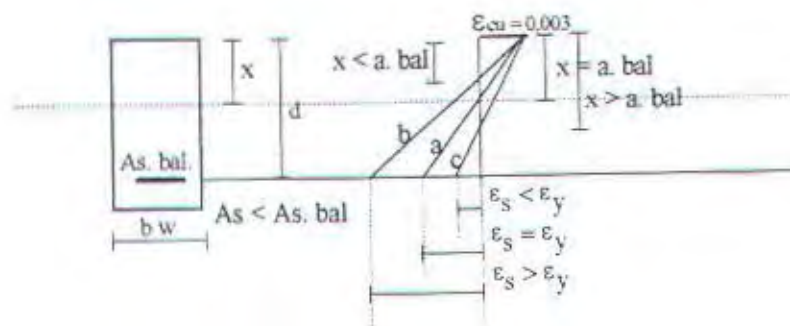
$$T = C_c$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f_c' \times a_{bal} \times b_w$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 \times f_c' \times a_{bal}}{f_y \times d} = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y}$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 \times 0,85 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

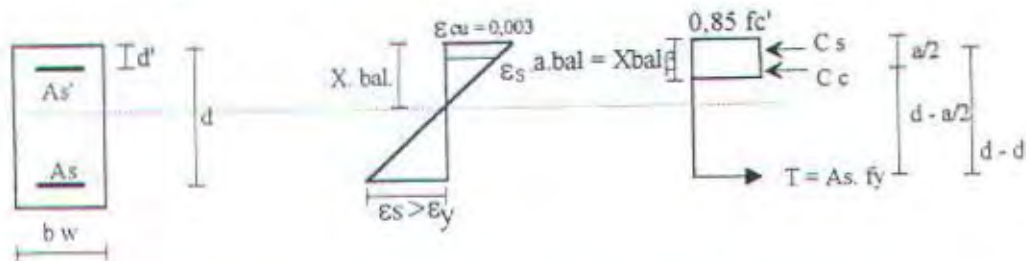


Sehingga dapat disimpulkan :

keruntuhan seimbang sulit dicapai sehingga diusahakan kondisi keruntuhan tarik yang terjadi karena dapat memberikan peringatan berupa lendutan.

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{erlu}} < \rho_{\max}$$

b. Balok persegi tulangan ganda



Gambar 4-8. Tegangan penampang balok persegi tulangan ganda

$$\frac{X_{\text{bal}}}{d} = \frac{600}{600 + f_y}$$

$$X_{\text{bal}} = \frac{600}{600 + f_y} \times d$$

$$X_{\text{max}} = 0,75 \times X_{\text{bal}} \rightarrow X_{\text{max}} = 0,75 \times \frac{600}{600 + f_y} \times d$$

$$a_{\text{max}} = \beta_1 \times X_{\text{max}}$$

Jika dianggap tulangan tarik saja yang bekerja, dari keadaan kesetimbangan gaya-gaya horisontal didapat :

$$\Sigma H = 0 \rightarrow T_1 = A_{s1} \times f_y$$

$$A_{s1} = \frac{C_{c\text{max}}}{f_y}$$

Momen maksimum yang dapat dipikul tulangan tarik saja :

$$\begin{aligned} M_{n1} &= T_1 \times \left(d - \frac{a_{\text{max}}}{2} \right) \\ &= C_{c\text{max}} \times \left(d - \frac{a_{\text{max}}}{2} \right) \end{aligned}$$

Momen sisa :

$$Mn_2 = Mn - Mn_1$$

Gaya yang harus ditahan tulangan tekan :

$$Cc_{\text{perlu}} = \frac{Mn_2}{d - d'}$$

Dalam hal ini, keadaan tulangan tekan harus diperiksa apakah dalam keadaan leleh atau belum leleh :

- Tulangan tekan leleh

Tulangan tekan dapat dikatakan leleh jika :

regangan yang terjadi melebihi atau sama dengan regangan dalam keadaan leleh.

$$\epsilon'_s = \frac{X_{\text{max}} - d'}{X_{\text{max}}} \times 0,003 \geq \epsilon_y$$

dimana : $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$

dalam keadaan ini luas tulangan tekan adalah

$$As' = \frac{Cc_{\text{perlu}}}{f_y - 0,85 \times f_c'}$$

Luas tulangan tarik :

$$As = As_1 + As'$$

- Tulangan tekan belum leleh

jika, $\epsilon'_s < \epsilon_y$

Luas tulangan yang dibutuhkan dimana tegangan dalam tulangan dalam keadaan belum leleh tersebut harus diambil sebesar E_s dikalikan regangan yang terjadi.

$$\epsilon'_s = \frac{X_{\text{max}} - d'}{X_{\text{max}}} \times 0,003 < \epsilon_y$$

jadi : $f_s' = \epsilon'_s \times E_s$

dalam keadaan ini luas tulangan tekan yang dibutuhkan :

$$As' = \frac{Cc_{\text{perlu}}}{fs' - 0,85 \times fc'}$$

Luas tulangan tarik

$$As = As_1 + \frac{As' \times fs'}{fy}$$

c. Konstruksi balok T

Bentuk balok T diperoleh dari pengecoran monolit antara balok dan pelat pada sisi atasnya sehingga pada daerah momen positif balok luas penampang pelat akan menambah luas daerah tekan pada balok sedangkan pada daerah momen negatif balok tetap dianggap sebagai penampang persegi.

Perencanaan untuk balok T adalah seperti perencanaan balok berpenampang persegi dengan tulangan tunggal. Hal ini mengingat bahwa luas daerah tekan beton pada balok T mendapat tambahan dari pelat di atasnya sehingga pemakaian tulangan tekan dapat diabaikan.

Lebar efektif b_e untuk perhitungan kekuatan ini didasarkan pada SK SNI '91 pasal 3.1.10 butir 2 dan 3 yaitu :

1. Lebar pelat yang secara efektif bekerja sebagai suatu flens dari balok T tidak boleh melebihi seperempat bentang dari balok dan lebar efektif dari flens yang membentang dari tiap sisi badan balok tidak boleh melebihi :
 - a. Delapan kali tebal pelat.
 - b. Setengah jarak bersih dari badan balok yang bersebelahan.
2. Untuk balok yang mempunyai pelat hanya pada satu sisi, lebar efektif flens yang membentang tidak boleh lebih dari :
 - a. 1/12 dari bentang balok.
 - b. Enam kali tebal pelat.
 - c. Setengah jarak bersih dari badan balok yang bersebelahan.

Lebar efektif untuk 2 type balok yaitu balok T dan balok L (interior dan exterior), yaitu :

Balok Interior (pelat pada kedua belah sisi), dipilih nilai yang terkecil dari :

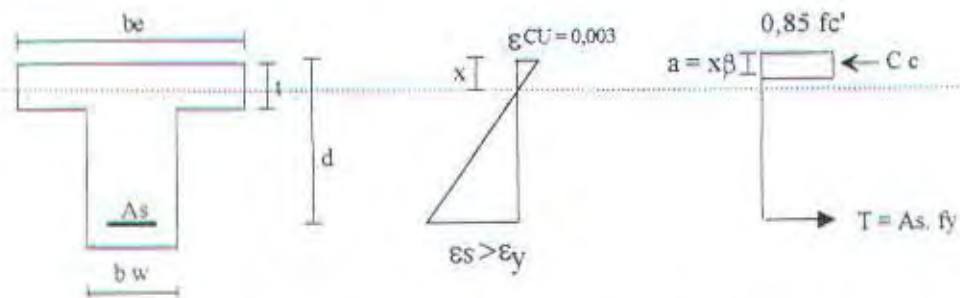
- $b_e \leq 1/4 L$
- $b_e \leq b_w + 16 t$
- $b_e \leq L_n$

Balok Exterior (pelat hanya pada satu sisi), dipilih nilai yang terkecil dari :

- $b_e \leq b_w + 1/12 L$
- $b_e \leq b_w + 6 t$
- $b_e \leq b_w + 1/2 L_n$

Untuk perhitungan kekuatan momen nominal M_n dari balok T maka harus diperiksa dahulu apakah balok T tersebut asli atau palsu. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Bila tinggi a dari blok tegangan persegi adalah sama atau lebih kecil dari t , maka balok T dihitung sama dengan balok empat persegi panjang (balok T palsu) dengan lebar b_e



Gambar 4-9. Tegangan penampang balok T palsu

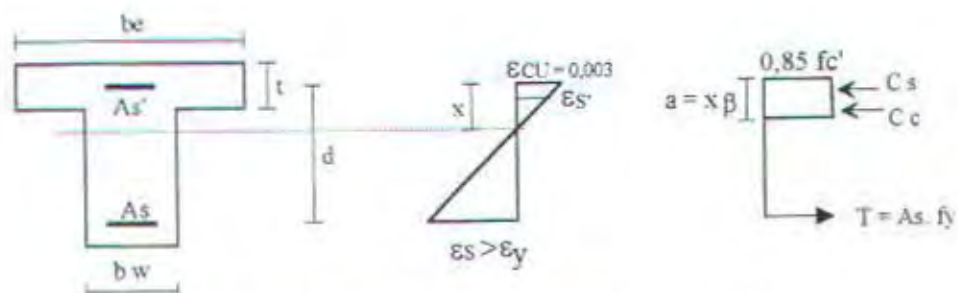
$$C_c = T$$

$$0.85 \times f_c' \times b_e \times a = A_s \times f_y$$

$$M_n = C_c \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\rho = 0.85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{b_e}{b_w} \times \frac{a}{d}$$

2. Bila tinggi a lebih besar dari t , maka dihitung secara balok T murni dengan



Gambar 4-10. Tegangan penampang balok T asli

$$M_n = C_c \times \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s \times \left(d - \frac{t}{2} \right)$$

dimana : $T = C_s + C_c$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times b_w \times a$$

$$C_s = 0,85 \times f_c' \times (b_e - b_w) \times t$$

$$a = \frac{T - C_s}{0,85 \times f_c' \times b_w}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{h_e}{d} \times \frac{(b_e \times b_w)}{d} + 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{a}{d}$$

d. Langkah-langkah perencanaan lentur balok anak :

1. Tentukan dimensi balok meliputi :

- Lebar balok (b).
- Tinggi balok (h).
- Penutup beton (dc).

2. Hitung momen yang terjadi pada balok (dari hasil analisa SAP 90).

3. Hitung R_n dengan rumus :

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2}$$

4. Hitung ρ_{perlu} yang dibutuhkan dengan rumus :

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c'}} \right]$$

atau dengan cara lain :

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right]$$

5. Cek ρ_{perlu} yang diperoleh terhadap ρ_{ma} dan ρ_{mi} :
 - Apabila $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{max}}$, maka diperlukan tulangan tekan.
 - Apabila $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$, maka tulangan tekan tidak diperlukan.
(sehingga tulangan dihitung berdasarkan tulangan tunggal).
6. Cek nilai a terhadap tebal pelat (t) pada daerah lapangan.
 - Apabila nilai $a < t$, maka prosedur perhitungan di atas sudah benar yaitu sebagai balok T palsu (balok berpenampang persegi).
 - Apabila nilai $a > t$, maka harus dilakukan prosedur perhitungan balok T murni seperti yang telah diuraikan sebelumnya.
- e. Diagram alir perencanaan lentur untuk balok persegi :

4.4.3.2. Disain penulangan geser dan torsi

a. Penulangan Geser

Perencanaan penampang akibat geser harus didasarkan pada perumusan sebagai berikut:

$$V_u \leq \phi V_n$$

dimana :

V_u = merupakan gaya geser berfaktor akibat beban luar pada penampang yang ditinjau.

V_n = merupakan kuat geser nominal suatu komponen struktur yang didapat dari sumbangan kekuatan beton (V_c) dan kekuatan tulangan geser (V_s), yang dihitung dari :

$$V_n = V_c + V_s,$$

dimana :

- V_c adalah kuat geser beton.
- V_s adalah kuat geser nominal tulangan geser,

Besarnya V_c bervariasi tergantung dari dimensi balok dan mutu beton yang digunakan. Sedangkan besarnya V_s tergantung dari diameter tulangan geser, mutu baja dan jarak pemasangannya.

Sumbangan kekuatan geser beton (V_c) :

- Untuk struktur yang hanya dibebani oleh geser dan lentur saja, berlaku rumus :

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \quad \dots\dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.4.3 butir 1.1}$$

- Untuk komponen struktur yang dibebani tekan aksial :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g}\right) \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \quad \dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.4.3 butir 1.2}$$

- Untuk komponen struktur yang dibebani gaya tarik aksial yang cukup besar, tulangan geser harus direncanakan untuk memikul geser total yang terjadi.
- Sedang untuk penampang dimana komponen torsi berfaktor T_u melebihi persamaan berikut ini :

$$T_u = \phi \times \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{20} \right) \times \sum x^2 \cdot y$$

maka :

$$V_c = \frac{\left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d}{\sqrt{1 + (2,5) \times C_t \times \frac{T_u}{V_u}}} \quad \text{SK SNI '91 pasal 3.4.3 butir 1.5}$$

- Besarnya V_s bila digunakan tulangan geser yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur adalah :

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{s} \quad \text{SK SNI '91 pasal 3.4.5 butir 6.2}$$

dimana :

A_v = luas tulangan geser dalam jarak s .

Perencanaan untuk geser dapat dibagi dalam 5 kategori sebagai berikut :

1. Kondisi dimana $V_u < 1/2 \times \phi V_c$ maka tulangan geser tidak diperlukan dan hanya dipasang praktis (PBI '89 pasal 11.5.5.1).
2. Kondisi dimana $1/2 \phi V_u < V_u < \phi V_c$ maka hanya dipasang tulangan geser minimum saja kecuali untuk unsur-unsur lentur tipis menyerupai *slab*. Tulangan minimum yang diberikan adalah : $\phi V_s = \phi 1/3$ dimana $1/3$ MPa merupakan nilai minimum V_s . Jadi A_v dan jarak maksimum sengkang (PBI'89 pasal 11.5.5.3)
3. Kondisi dimana $\phi V_c < V_u < \phi(V_c + V_s)$. Untuk semua unsur lentur termasuk semua yang dikecualikan di dalam kategori 2 harus diberikan penguatan geser yang memenuhi persamaan seperti kategori 2.
4. Kondisi dimana untuk kategori ini persyaratan penulangan yang dihitung akan melebihi ϕV_s minimum yang disyaratkan dan penguatan harus memenuhi rumus berikut : $\phi V_s = V_u - \phi V_c$ untuk $a = 900$ dipasang tulangan dimana jarak sengkang maksimum adalah s maksimum = 600 mm.
5. Kondisi dimana perbedaan antara kategori 4 dan 5 adalah bahwa untuk semua bentang dari balok dengan tegangan nominal V_s yang harus dipikul oleh penguatan geser berada di antara V_c dan V_u . Jadi gaya geser perlu adalah sebesar : $\phi V_s = V_u - \phi V_c$. Untuk penulangan sengkang dipakai jarak s maksimum sebesar 300 mm

Pada lokasi yang berpotensi sendi plastis, spasi maksimum tulangan geser tidak boleh melebihi nilai di bawah ini (SK SNI 1991 pasal 3.14.3 butir 3.2) :

- $d / 4$
- $8 \times d$ (delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil)
- $24 \times \text{diameter sengkang}$
- $\frac{1600 \times f_y \times A_{s1}}{(A_{sa} + A_{sb}) \times f_y}$

dimana :

A_{s1} = luas satu kaki dari tulangan transversal (mm^2)

A_{sa} = luas tulangan longitudinal atas (mm^2)

A_{sb} = luas tulangan longitudinal bawah (mm^2)

f_y = kuat leleh tulangan longitudinal (MPa)

b. Penulangan Torsi

Untuk menjamin bahwa penampang sanggup menerima beban torsi (T_u) maka kuat nominal penampang harus lebih besar dari torsi yang ada. Perencanaan penampang harus didasarkan pada :

$$T_u \leq \phi T_n \quad \text{..... SK SNI '91 pasal 3.4.6 butir 5}$$

dimana :

$$T_n = T_c + T_s \quad \text{..... SK SNI '91 pasal 3.4.6 butir 5}$$

$$\phi = \text{faktor reduksi kekuatan} = 0,6$$

Untuk tulangan Torsi :

diabaikan, jika $T_u < T_{u_{min}}$

$$\text{dimana besarnya, } T_{u_{min}} = \phi \times \frac{1}{20} \times \sqrt{f_{c'}} \times \sum x^2 \cdot y$$

Untuk penampang yang memikul gaya geser dan torsi, maka kuat momen torsi yang mampu dipikul beton adalah sebesar :

$$T_c = \frac{\frac{1}{15} \times \sqrt{f_{c'}} \times \sum x^2 \cdot y}{\sqrt{1 + (0,4 \times V_u / (C_t \times T_u))^2}} \quad \text{..... SK SNI '91 pasal 3.4.6 butir 6}$$

Tulangan transversal minimum yang disyaratkan untuk kekuatan :

$$\frac{b_w}{3 \times f_y} \leq \frac{A_v}{s} + 2 \times \frac{A_t}{s} \quad \dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.4.5 butir 5}$$

Untuk tulangan torsi memanjang dipilih yang terbesar antara :

$$A_1 = \frac{2 \times A_t}{s} \times (x_1 + y_1) \quad \dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.4.6 butir 9.3}$$

$$A_2 = \left[\frac{2,8 \times s}{f_y} \times \left(\frac{T_u}{T_u + (V_u/3 \times C_t)} \right) - 2 \times A_t \right] \times \frac{x_1 + y_1}{s}$$

$$\text{dimana : } C_t = \frac{b_w \times d}{\sum x^2 \cdot y}$$

x_1 = jarak pusat terpendek dari sengkang terpendek

y_1 = jarak pusat ke pusat terpanjang dari sengkang tertutup

Sesuai dengan SK SNI '91 pasal 3.14.3 butir 3 dan SK SNI '91 pasal 3.14.3 butir 4 menyebutkan :

Sambungan lewatan dari tulangan lentur hanya diperbolehkan bila sepanjang daerah sambungan lewatan tadi dipasang tulangan sengkang penutup atau tulangan spiral. Jarak maksimum tulangan transversal yang melilit batang tulangan yang disambung tidak boleh melebihi $d/4$ atau 100 mm.

Sambungan lewatan tidak boleh digunakan :

1. dalam daerah join
2. dalam jarak dua kali tinggi komponen struktur dari muka join
3. pada lokasi dimana analisa menunjukkan terjadinya leleh lentur akibat dari perpindahan lateral inelastis dari rangka.

c. Susunan penulangan dengan aturan sebagai berikut :

- jarak spasi sengkang, $S \leq \frac{x_1 + y_1}{4}$ atau 300 mm

- tulangan memanjang disebar merata dengan jarak maksimum 300 mm dan paling tidak satu tulangan di pojok
- diameter $> D12$, $f_y \leq 400$ MPa
- tulangan torsi harus disediakan paling tidak $(b + d)$ dari titik teoritis yang diperlukan

4.4.3.3. Panjang penyaluran balok anak

Penulangan memanjang dan penulangan geser sepanjang balok tidak akan berfungsi jika tidak terjadi kerjasama antara baja tulangan dan beton. Tulangan dapat dianggap berperan dalam suatu struktur beton bertulang jika terjadi aksi lekatan antara baja tulangan dan beton sekelilingnya.

Lekatan antara baja tulangan dan beton ini harus cukup untuk mengembangkan kapasitas tarik atau kapasitas tekan dari baja tulangan hingga mencapai tegangan lelehnya tanpa terjadinya slip. Apabila terjadi slip di bawah beban kerja maka keruntuhan struktur dapat terjadi.

Untuk menjamin bahwa tidak akan terjadi slip antara beton dan baja tulangan maka dibutuhkan suatu panjang penanaman tertentu yang dikenal dengan nama panjang penyaluran.

Syarat-syarat tentang panjang penyaluran dan penyambungan tulangan diatur dalam SK SNI '91 pasal 3.5 :

a. Panjang penyaluran tulangan tarik

Panjang penyaluran dasar tulangan tarik untuk baja tulangan ulir D36 dan yang lebih kecil adalah sebagai berikut :

$$L_{db} = 0,02 \times A_b \quad \text{..... SK SNI '91 pasal 3.5.2 butir 2}$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$L_{db} = 0,06 \times d_b \times f_y$$

Faktor-faktor yang mengubah panjang penyaluran dari tulangan tarik adalah tulangan atas. Tulangan horisontal dengan beton yang dicor di bawahnya apabila lebih dari 30 cm maka panjang penyaluran menjadi :

Akibat *top bar effect* (tulangan atas) :

$$L_{db} = 1,4 \times L_{db}$$

b. Panjang penyaluran tulangan tekan

Panjang penyaluran dasar untuk semua ukuran tulangan harus diambil sebagai berikut :

$$L_{db} = \frac{d_b \times f_y}{4 \times \sqrt{f_c'}} \quad \text{..... SK SNI '91 pasal 3.5.3 butir 2}$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$L_{db} = 0,04 \times d_b \times f_y$$

Faktor modifikasi yang mengubah panjang penyaluran tulangan tekan adalah kelebihan tulangan dari analisa panjang penyaluran tulangan tekan dikalikan dengan faktor $\frac{A_{s\text{perlu}}}{A_{s\text{tersedia}}}$

c. Panjang penyaluran kait standar dalam tarik

Panjang penyaluran dasar kait standar (hook) dari tulangan D36 dan yang lebih kecil adalah sebagai berikut :

$$L_{hb} = 100 \times \frac{d_b}{\sqrt{f_c'}} \quad \text{..... SK SNI '91 pasal 3.5.5 butir 2}$$

Panjang penyaluran hook :

$$L_{db} = L_{hb} \times \left(\frac{f_y}{400} \right) \times (0,7)$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$L_{db} = 8 \times d_b$$

d. Panjang penyaluran dari tulangan momen positif

Tulangan momen positif pada komponen struktur yang tertumpu pada dua tumpuan dan seperempat dari tulangan momen positif pada komponen struktur yang menerus harus diterima ke dalam tumpuan paling sedikit sepanjang (menurut SK SNI '91) :

- 150 mm

- sejarak d

- $12 \times d_b$

e. Panjang penyaluran dari tulangan momen negatif

Sepertiga dari tulangan tarik pada momen negatif diteruskan pada jarak terbesar antara (SK SNI '91 pasal 3.5.12) :

- sejarak d
- $12 \times d_b$
- $\frac{L_n}{16}$

4.4.3.4. Kontrol lendutan dan retak balok anak

a. kontrol lendutan balok anak

SK SNI '91 tabel 3.2.5(a) menyajikan batasan-batasan tebal minimum dengan berbagai kondisi perletakan dimana apabila tebal balok lebih besar daripada tebal minimum seperti yang disyaratkan tersebut maka lendutan tidak perlu dihitung.

Syarat tebal minimum untuk balok atau pelat satu arah menurut SK SNI '91 tabel 3.2.5(a) adalah sebagai berikut :

- Balok di atas dua tumpuan :

$$h_{\min} = \frac{L_u}{16} \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right), \text{ dimana : } f_y \text{ dalam MPa}$$

- Balok dengan satu ujung menerus :

$$h_{\min} = \frac{L_u}{18,5} \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right), \text{ dimana : } f_y \text{ dalam MPa}$$

- Balok dengan ujung menerus di kedua tepinya :

$$h_{\min} = \frac{L_u}{21} \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right), \text{ dimana : } f_y \text{ dalam MPa}$$

Dari disain awal untuk balok anak, tinggi balok (h) diambil sekitar $1/16 L_u$ sehingga praktis lendutan tidak perlu dihitung karena tinggi balok yang ada lebih besar dari tinggi minimum balok sebagai syarat kontrol lendutan.

b. Kontrol terhadap retak

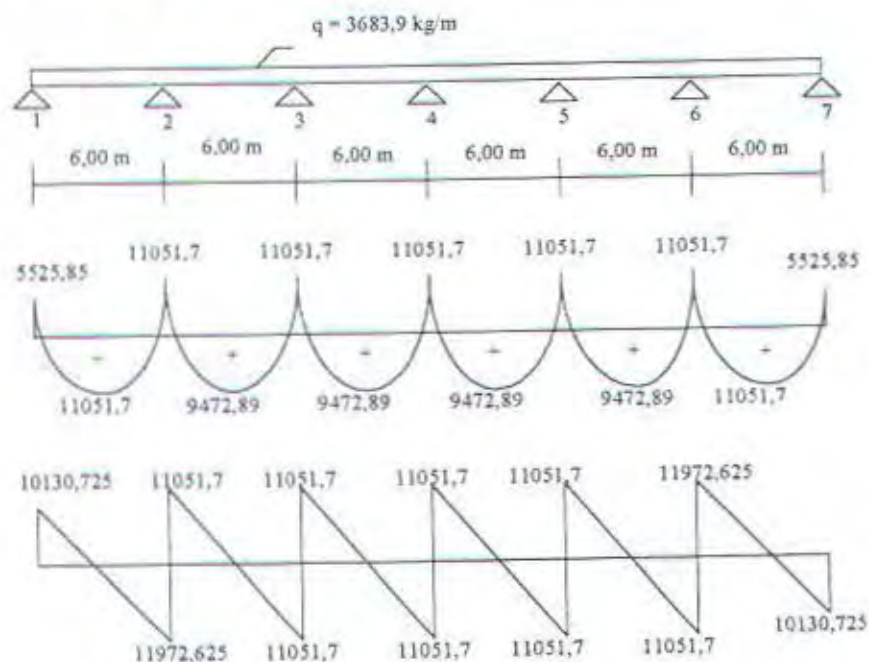
Bila tegangan leleh rancang f_y untuk tulangan tarik melebihi 300 MPa, penampang dengan momen negatif dan positif maksimum harus diproporsikan sedemikian sehingga nilai z yang diberikan oleh :

$$Z = f_s \times \sqrt{d_c \times A} \quad \dots\dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.3 butir 4}$$

Dan tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan dan 25 MN/m untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar, dimana nilai f_s tidak boleh diambil sebesar 60 % dari kekuatan leleh yang disyaratkan ($f_s = 0,6 \times f_y$).

4.4.3.5. Contoh perhitungan

Sebagai contoh perhitungan tulangan balok anak melintang diambil balok anak B/F pada lantai 2



Untuk perhitungan momen dan lintang balok anak yang lain ditabelkan.

Besarnya gaya-gaya dalam pada balok anak B/F lantai 1

$$Mu_{\text{tumpuan kiri}} = \frac{1}{24} \cdot 3683,9 \cdot 6^2 = 5525,85 \text{ kgm}$$

$$Mu_{\text{lapangan}} = \frac{1}{12} \cdot 3683,9 \cdot 6^2 = 11051,7 \text{ kgm}$$

$$Mu_{\text{tumpuan kanan}} = \frac{1}{12} \cdot 3683,9 \cdot 6^2 = 11051,7 \text{ kgm}$$

$$Mu_{\text{lapangan}} = \frac{1}{14} \cdot 3683,9 \cdot 6^2 = 9472,89 \text{ kgm}$$

$$Vu_{\text{tumpuan}} = 11972,625 \text{ kg}$$

Data-data umum penulangan balok anak :

- tinggi balok (h) = 500 mm
- lebar balok (b) = 250 mm
- decking = 40 mm
- bentang = 6000 mm
- tulangan sengkang = Ø10 mm
- tulangan utama = D16 mm
- mutu beton (f_c') = 30 MPa
- mutu baja (f_y) = 390 MPa

a. Perhitungan penulangan pada tumpuan pada sebelah kiri ($Mu_{\text{tumpuan kiri}}$)

$$Mu_{\text{tumpuan kiri}} = 5525,85 \text{ kg m} = 5525,85 \times 10^4 \text{ N-mm}$$

$$d = 500 - 40 - 10 - 16/2 = 442 \text{ mm}$$

- Perhitungan penulangan lentur

$$Mn = \frac{5525,85 \times 10^4}{0,8} = 69073125 \text{ N-mm}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times \left(\frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= 0,75 \times \left(\frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{390} \times \frac{600}{600 + 390} \right) = 0,0337$$

$$As_{\text{max}} = \rho_{\text{max}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0337 \times 250 \times 442$$

$$= 3723,85 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 M_{n_{\max}} &= A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{\rho}{2} \cdot \left(f_y \cdot 0,85 \cdot f_c' \right) \cdot d \right) \\
 &= 3423,85 \times 390 \times \left(442 - \frac{0,0337}{2} \times \left(\frac{390}{0,85 \times 30} \right) \times 442 \right) \\
 &= 438104410,3 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$M_{n_{\max}} > M_n \rightarrow$ (analisa tulangan tunggal)

$$R_n = \frac{69073125}{250 \times 442^2} = 1,414$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{390}{0,85 \times 30} = 15,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15,29} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 1,414}{390}} \right) = 0,00373$$

kontrol terhadap ρ_{\max} dan ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{390} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{390} \times \frac{600}{600 + 390} = 0,0556$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0556 = 0,0417$$

syarat : $\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$

$$0,0035 < 0,00373 < 0,0417$$

penulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\
 &= 0,00373 \times 250 \times 442 \\
 &= 412,473 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

penulangan tekan diambil praktis

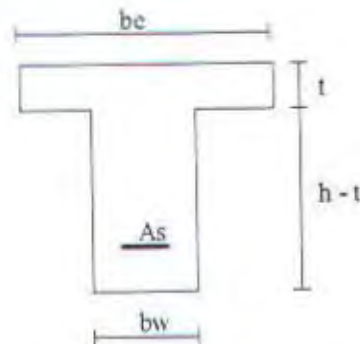
dipasang tulangan ulir, atas (tekan) : 2-D12 $\rightarrow (A_{s_{\text{ada}}} = 113 \text{ mm}^2)$
 bawah (tarik) : 3-D16 $\rightarrow (A_{s_{\text{ada}}} = 603 \text{ mm}^2)$

b. Perhitungan penulangan pada lapangan (Mu_{lapangan})

$$Mu_{\text{lapangan}} = -11051,7 \text{ kg m} = -11051,7 \times 10^3 \text{ N-mm}$$

$$d = 500 - 40 - 10 - 16/2 = 442 \text{ mm}$$

cek kondisi penampang



$$- b_e \leq \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots \text{menentukan !}$$

$$- b_e \leq 20 + 16 \times 12 = 212 \text{ cm}$$

$$- b_e \leq 600 = 600 \text{ cm}$$

$$M_n = \frac{11051,7 \times 10^4}{0,8} = 138146250 \text{ N-mm}$$

Periksa apakah tinggi a lebih besar dari tebal pelat dengan anggapan :

di coba, $a = t$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times \beta_1 \times b_e \times a$$

$$C_c = 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 1500 \times 200 = 6502500 \text{ N}$$

cek, M_n

$$M_n = C_c \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$= 6502500 \times \left(442 - \frac{200}{2}\right)$$

$$= 2223855000 \text{ N mm} > 138146250 \text{ N mm} \quad \dots\dots\dots \text{oke}$$

jelas di sini a harus lebih kecil dari t, analisa T palsu

$a < t \rightarrow$ T palsu, diperoleh :

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times \beta_1 \times b_e \times X$$

$$C_c = 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 1500 \times X = 32512,5X \text{ N}$$

kontrol nilai (a)

$$Mn_{max} = C_c \times (d - \frac{1}{2})$$

$$\begin{aligned} 138146250 &= 32512,5 X \times (442 - \frac{X}{2}) \\ &= 16256,25 X^2 - 14370525X + 138146250 \end{aligned}$$

dengan rumus ABC didapat :

$$X = 9,720 \text{ mm}$$

rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$a_{max} = 0,85 \times 9,720 = 8,262 \text{ mm} < t = 120 \text{ mm} \rightarrow \text{berarti (Tpalsu)}$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{b_e}{b_w} \times \frac{a_{max}}{d} \\ &= 0,85 \times \frac{30}{390} \times \frac{1500}{200} \times \frac{8,262}{442} = 0,00733 > \rho_{min} \end{aligned}$$

$$\text{dipakai, } \rho_{perlu} = 0,00733$$

penulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{perlu} \times b \times d \\ &= 0,00733 \times 250 \times 442 \\ &= 809,965 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

penulangan tekan diambil praktis

$$\begin{aligned} \text{dipasang tulangan ulir : atas (tekan) : 2-D12} &\rightarrow (A_{s_{ada}} = 113 \text{ mm}^2) \\ \text{bawah (tarik) : 5-D16} &\rightarrow (A_{s_{ada}} = 1005,31 \text{ mm}^2) \end{aligned}$$

kontrol momen nominal dengan tulangan terpasang dianggap yang bekerja tulangan tarik saja :

$$C_c = T$$

$$T = A_s \times f_y$$

$$= 1005,310 \times 390 = 392070,9 \text{ N}$$

$$X = \frac{392070,9}{32512,5} = 12,059 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,85 \times 12,059 = 10,250 \text{ mm}$$

$$Mn_{\max} = T \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$= 392070,9 \times \left(442 - \frac{10,25}{2}\right)$$

$$= 171285931,4 \text{ N-mm} > Mn = 138146250 \text{ N mm} \dots\dots\dots \text{ oke !}$$

c. Perhitungan penulangan pada tumpuan pada sebelah kanan ($Mu_{\text{tumpuan kanan}}$)

$$Mu_{\text{tumpuan kanan}} = 11051,7 \text{ kgm} = 11051,7 \times 10^4 \text{ N-mm}$$

$$d = 500 - 40 - 10 - 20/2 = 440 \text{ mm}$$

- Perhitungan penulangan lentur

$$Mn = \frac{11051,7 \times 10^4}{0,8} = 138146250 \text{ Nmm}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,0337$$

$$As_{\max} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0337 \times 250 \times 440 = 3707 \text{ mm}^2$$

$$Mn_{\max} = 3707 \times 390 \times \left(440 - \frac{0,0337}{2} \times \left(\frac{390}{0,85 \times 30}\right) \times 440\right)$$

$$= 472189024,9 \text{ Nmm}$$

$Mn_{\max} > Mn \Rightarrow$ Analisa tulangan Tunggal.

$$Rn = \frac{138146250}{250 \times 440^2} = 2,854$$

$$m = \frac{390}{0,85 \times 30} = 15,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15,29} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 2,854}{390}}\right) = 0,0078 > \rho_{\min}$$

Penulangan tarik

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0078 \times 250 \times 440 = 855,970 \text{ mm}^2$$

Penulangan tekan diambil praktis

dipasang tulangan ulir, bawah (tarik) : 5 D16 $\rightarrow (A_{s_{ada}} = 1005 \text{ mm}^2)$
atas (tekan) : 2 D12 $\rightarrow (A_{s_{ada}} = 113 \text{ mm}^2)$

- Penulangan geser

$$V_{u_{tumpuan\ kanan}} = - 11972,625 \text{ kg} = - 119726,25 \text{ N}$$

$$\phi V_c = \phi \times \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442$$

$$0,6 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442 = 60523,343 \text{ N}$$

$V_u > \phi V_c$ butuh tulangan geser

$$V_u \text{ sejarak } d = 119726,25 \times \left(\frac{600-442}{600} \right) = 118844,267 \text{ N}$$

gaya geser yang harus diterima oleh tulangan geser ($V_{u_{terpasang}} = 118844,267 \text{ N}$)

$$\phi V_s = V_{u_{terpasang}} - \phi V_c$$

$$= 118844,267 - 60523,343$$

$$= 58320,924 \text{ N}$$

jarak tulangan geser yang dibutuhkan :

$$S = \frac{0,6 \times 157 \times 390 \times 442}{58320,924}$$

$$= 278,428 \text{ mm} < d/2 \text{ atau } 600 \text{ mm}$$

dipasang tulangan geser D10-300 mm

gaya geser yang harus diterima oleh tulangan geser terpasang :

$$\phi V_{s_{terpasang}} = \frac{\phi \times A_v \times f_y \times d}{S_{terpasang}}$$

$$= \frac{0,6 \times 157 \times 390 \times 442}{300}$$

$$= 74127,323 \text{ N}$$

Kontrol : $V_{u,b} < \phi V_c + \phi V_{s, \text{terpasang}}$

$$11972,625 \text{ N} < 53676,81 + 74127,323 \text{ N}$$

$$11972,625 \text{ N} < 127804,133 \text{ N} \dots\dots\dots \text{Oke}$$

- Penulangan torsi minimum

$$A_{v \min} = \frac{b_w \times s}{3 \times f_y} = \frac{250 \times 300}{5 \times 390} = 38,461 \text{ mm}^2$$

$$A_{v \text{ ada}} = 157 \text{ mm}^2 > 38,461 \text{ mm}^2$$

Jadi tulangan torsi diabaikan

- Tulangan memanjang (logitudinal)

$$x_1 = 250 - 2 \times 40 - 10 = 160 \text{ mm}$$

$$y_2 = 500 - 2 \times 40 - 10 = 410 \text{ mm}$$

$$A_1 = \frac{250}{3 \times 390} \times (160 + 410)$$

$$= 121,795 \text{ mm}^2$$

Tulangan memanjang ini disebarakan pada bagian penampang balok yaitu pada tulangan atas, tulangan tengah dan tulangan bawah dan ditambahkan pada tulangan akibat lentur.

$$\text{tulangan atas dan bawah, } 1/4 \times A_1 = 1/4 \times 121,795 = 30,449 \text{ mm}^2$$

$$\text{tulangan tengah, } 1/2 \times A_1 = 1/2 \times 121,795 = 15,224 \text{ mm}^2$$

- Disain akhir penulangan

$$A_s = 809,965 + 30,449 = 840,414 \text{ mm}^2$$

$$A_{s'} = 113 + 30,449 = 153,546 \text{ mm}^2$$

dipakai tulangan ulir, bawah (tarik) : 5-D16 ($A_{s_{ada}} = 1005 \text{ mm}^2$)
 atas (tekan) : 3-D12 ($A_{s_{ada}} = 339 \text{ mm}^2$)
 di pasang tulang ulir, tengah ($15,224 \text{ mm}^2$): 1-D10 ($A_{s_{ada}} = 78,54 \text{ mm}^2$)

- Panjang penyaluran balok anak

panjang penyaluran untuk tulangan tarik D16 mm :

$$L_{db} = 0,02 \times 201,06 \times \frac{390}{\sqrt{30}}$$

$$= 286,325 \text{ mm}$$

dan tidak boleh kurang dari

$$L_{db} = 0,06 \times 16 \times 390$$

$$= 374,4 \text{ mm}$$

maka di pakai, $L_{db} = 400 \text{ mm}$

akibat adanya tulangan atas, maka L_{db} dikalikan faktor 1,4

$$L_{db} = 1,4 \times 400$$

$$= 560 \text{ mm}$$

Panjang penyaluran untuk tulangan tekan D16 mm :

$$L_{db} = \frac{16 \times 390}{4 \times \sqrt{30}}$$

$$= 284,82 \text{ mm}$$

dan tidak boleh kurang dari

$$L_{db} = 0,04 \times 16 \times 390$$

$$= 249,6 \text{ mm}$$

maka di pakai, $L_{db} = 300 \text{ mm}$

Panjang penyaluran kait standar dalam tarik

Panjang penyaluran dasar kait standar (*hook*) dari tulangan D16 mm adalah sebagai berikut :

$$L_{ad} = 100 \times \frac{16}{\sqrt{30}}$$

$$= 292,12 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

panjang penyaluran *hook* :

$$L_{dh} = 300 \times \left(\frac{390}{400} \right) \times 0,7$$

$$= 204,75 \text{ mm} \approx 225 \text{ mm}$$

dan tidak boleh kurang dari

$$L_{db} = 8 \times 16$$

$$= 128 \text{ mm}$$

maka dipakai, $L_{db} = 225 \text{ mm}$

Panjang penyaluran dari tulangan momen positif

- 150 mm
- $d = 442 \text{ mm}$ menentukan !
- $12 \times 16 = 192 \text{ mm}$

Panjang penyaluran dari tulangan momen negatif

- $d = 442 \text{ mm}$ menentukan
- $12 \times 16 = 192 \text{ mm}$
- $\frac{6000}{16} = 375 \text{ mm}$

- Kontrol terhadap lendutan balok anak

$$h_{min} = \frac{6000}{21} \times \left(0,4 + \frac{390}{700} \right)$$

$$= 273,469 \text{ mm} < h (500 \text{ mm}) \text{ oke !}$$

- Kontrol terhadap retak balok anak

$$Z = 234 \times \sqrt[3]{58 \times 6600}$$

$$= 16990,513 \text{ N/mm} = 16,991 \text{ MN/m} < 30 \text{ MN/m} \text{ oke !}$$

dimana :

$$f_s = 0,06 \times 390 = 234 \text{ MPa}$$

$$d_c = 40 + 10 + 1/2 \times 16 = 58 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{5} \times ((40 + 10 + 16) \times 2) \times 250 = 6600 \text{ mm}^2$$

$$m = \text{jumlah tulangan tarik di atas} = 5 \text{ batang.}$$

4.6. Balok pendukung lift

Direncanakan memakai lift traksi / kabel dengan type WVF 60,90,105 M/Min dengan data-data sebagai berikut :

- Kapasitas penumpang : 11 Orang
- Ruang lift : 2 buah
- Kecepatan : 105 M/min
- Beban : 800 kg
- Dimensi ruang lift : 1,66 x 1,525

Beban-bekan yang bekerja pada balok lift adalah :

- Berat rol dan bandul pemberat beserta perlengkapannya pada balok A sebesar $R1 = 5100 \text{ kg}$

- Berat mesin penggerak lift ditambah berat kereta luncur lift beserta perlengkapannya pada balok B, sebesar $R2 = 3750 \text{ kg}$

karena $R1 > R2$, maka beban yang diperhitungkan membebani kedua balok adalah $R1 = 5100 \text{ kg}$

Ukuran Balok direncanakan 25×50

$$q = 0,25 \times 0,5 \times 2400 = 300 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} M &= \frac{1}{12} \times q \times l^2 + \frac{1}{8} \times P \times l \\ &= \left(\frac{1}{12} \cdot 300 \cdot 2^2 \right) + \left(\frac{1}{8} \cdot 5100 \cdot 2 \right) \\ &= 1375 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$Mu = 1,05 \times 1375 = 1443,75 \text{ kgm}$$

Karena sifat dari lift, maka diambil koefisien kejut sebesar 2, maka :

$$Mu = 2 \times 1443,75 = 2887,5 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} Vu &= 2 \times 1,05 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 300 \times 2 \right) + \left(\frac{1}{2} \times 5100 \right) \right) \\ &= 5985 \text{ kg} = 59850 \text{ N} \end{aligned}$$

Penulangan lentur

Digunakan tulangan D16 mm :

$$d' = 40 + 10 + (0,5 \times 16) = 58 \text{ mm}$$

$$d = 500 - 58 = 442 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$= \frac{390}{0,85 \times 30} = 15,29$$

Cek Kebutuhan tulangan tekan :

$$X_b = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \times d = \frac{0,003}{0,003 + \frac{390}{200000}} \times 442 = 267,878 \text{ mm}$$

$$X_{max} = 0,75 \times X_b$$

$$= 0,75 \times 267,878 = 200,91 \text{ mm}$$

$$a = 0,85 \times X_{max}$$

$$= 0,85 \times 200,91 = 170,773 \text{ mm}$$

$$C_{max} = 0,85 \times f_c' \times b \times a$$

$$= 0,85 \times 30 \times 250 \times 170,773$$

$$= 1088676,136 \text{ N}$$

$$A_{s_{max}} = \frac{1088676,136}{390} = 2791,477 \text{ mm}^2$$

$$M_{n1} = C_{c_{max}} \times \left(d - \frac{a_{max}}{2} \right)$$

$$= 1088676,136 \times \left(442 - \frac{170,773}{2} \right)$$

$$= 38,824 \text{ KN-m} \rightarrow \text{Tulangan tekan tidak diperlukan sebagai kekuatan lentur melainkan berfungsi untuk mengurangi lendutan.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{28875}{0,85 \times 0,25 \times 442^2} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,70 \times 15,29}{390}} \right)$$

$$= 0,00181 < \rho_{\min} (0,00359)$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00359 \times 250 \times 442 = 396,667 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipasang 3 D 16} = 603,186 \text{ mm}^2$$

cek kuat lentur :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{603 \times 390}{0,85 \times 30 \times 250} = 36,889 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times b \times a$$

$$= 0,85 \times 30 \times 250 \times 36,889 = 235170 \text{ N}$$

$$M_{n1} = C_c \times \left(d - \frac{a_{\max}}{2} \right)$$

$$= 235170 \times \left(442 - \frac{36,889}{2} \right) = 99,608 \text{ KN-m} > 28,875 \text{ KN-m}$$

IV.5.2. Penulangan geser

$$V_u = 59850 \text{ N}$$

$$\phi V_c = \phi \times \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442 = 60523,343 \text{ N}$$

$$\phi V_c > V_u \text{ (Tidak butuh tulangan geser)}$$



BAB V
ANALISA STRUKTUR UTAMA

BAB V

ANALISA STRUKTUR UTAMA

5.1. Kriteria disain

Struktur utama adalah sistem rangka bangunan yang merupakan rangkaian dari balok, kolom, serta dinding geser dari balok bertulang, selain berfungsi untuk meneruskan seluruh beban gravitasi ke pondasi, struktur utama juga diproporsikan sebagai sistem penahan beban lateral dari konstruksi gedung yang direncanakan dimana pelat-pelat lantai diasumsikan sebagai diafragma yang sangat kaku pada bidangnya.

Balok-balok anak yang telah dihitung sebelumnya bukan merupakan struktur utama, sehingga pengaruhnya hanya sebagai beban-beban terpusat saja.

Dalam memenuhi persyaratan perencanaan seismik komponen struktur menurut Standar Beton 1991, struktur utama direncanakan dengan tingkat daktilitas penuh atau tingkat daktilitas tiga. Pada konsep disain ini, struktur direncanakan sedemikian rupa dengan pendetailan khusus sehingga mampu berperilaku inelastis terhadap beban siklis gempa tanpa mengalami keruntuhan getas. Faktor jenis struktur K minimum ditetapkan sebesar 1,0.

5.2. Analisa struktur utama

Pada dasarnya tujuan utama analisa struktur adalah untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya dalam yang diterima setiap komponen struktur. Pada perencanaan ini analisa dilakukan dengan bantuan program SAP90 (*Struktural Analysis Program 90*). Dimana struktur utama merupakan sistem rangka terbuka dan dimodelkan sebagai *3D-space frame* (portal ruang). Pelat-pelat sebagai diafragma yang kaku pada bidangnya, menyebabkan semua titik pada tiap taraf lantai tidak dapat bergerak relatif di antara sesamanya. Perilaku diafragma ini diwakili oleh sebuah *Master of Joints* yang terletak pada pusat massa dari tiap taraf lantai.

Analisa yang dilakukan adalah analisa dinamis. Sehubungan dengan analisa dinamis ini, prosedur perhitungan pusat massa dan momen inersia massa tiap lantai dari struktur adalah dengan membagi tiap lantai dalam beberapa segmen yang masing masing dari segmen tersebut memiliki luas titik berat dan massa tertentu. Adapun koordinat titik berat massa dihitung dari koordinat acuan global.

Pengaruh beban dinamis dalam hal ini beban gempa dianalisa dengan cara respon spektrum. Pada prinsipnya analisa dinamis di sini merupakan penyelesaian dari persamaan kesetimbangan dinamis (*dynamic equilibrium equations*) sehubungan dengan adanya respon dari struktur akibat adanya pergerakan tanah.

5.3. Metoda analisa

Struktur utama dianalisa dengan menggunakan program SAP90. Dimana sistem struktur dari balok induk dan kolom sebagai portal terbuka (*open frame*) dengan perletakan jepit pada dasar kolom. Elemen dinding geser pada struktur gedung dimodelkan sebagai Shell.

Untuk menyalurkan gaya lateral supaya bisa diterima oleh komponen struktur penahan gaya lateral, maka lantai dimodelkan sebagai diafragma yang kaku (*rigid floor diaphragm*). Jadi seluruh join dalam satu bidang lantai dianggap tidak dapat bergerak relatif satu terhadap lainnya. Displacement dari Master Joints, yaitu suatu join yang menggambarkan atau mewakili tingkah laku suatu diafragma, dimana letak master join ini ditentukan berdasarkan perhitungan pusat massa dari tiap-tiap lantai.

5.4. Data satuan dan data material

Seluruh satuan yang dipakai dalam analisa struktur utama ini adalah :

- ton : dimensi gaya
- m (meter) : dimensi panjang
- detik : dimensi waktu

- Mutu beton : $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- Mutu baja lunak : $f_y = 400 \text{ MPa}$

5.5. Pembebanan struktur utama

5.5.1. Beban mati

Untuk beban mati diperhitungkan seluruh beban akibat berat sendiri balok, kolom, pelat, dinding/panel, seluruh struktur sekunder dan semua elemen lain yang bersifat tetap sepanjang umur rencana gedung.

5.5.2. Beban hidup

Beban hidup tidak selalu terjadi setiap saat. Peluang terjadinya beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua struktur pemikul secara serempak selama umur gedung tersebut adalah sangat kecil. Oleh sebab itu beban hidup dianggap tidak efektif sepenuhnya. Beban ini berupa beban terpusat atau beban merata yang diterima langsung oleh struktur utama yang disalurkan melalui elemen struktur sekunder.

Sesuai dengan peraturan PPI '83 untuk beban dalam perhitungan balok induk dan portal diberikan reduksi sebagai berikut :

- Pada perencanaan balok-balok induk dan portal dari sistem struktur utama, beban hidup terbagi rata rencana dapat dikalikan dengan 0,9 untuk pendidikan

5.5.3. Beban gempa

Beban hidup pada gedung ikut menentukan besarnya beban gempa rencana yang harus dipikul oleh sistem struktur. Seperti yang telah diuraikan di atas bahwa karena peluang terjadinya beban hidup yang kecil maka untuk perencanaan beban gempa ini sesuai dengan PPI '83 beban massa hidup dapat direduksi sebesar 0,5 yang nantinya akan diperhitungkan dalam blok data masses untuk gempa dinamis.

Dalam perencanaan ini beban rancang lateral dasar yang ditetapkan dalam SK SNI - T15 - 1991 dikalikan dengan faktor $K = 1$. Hal ini dilakukan karena struktur direncanakan dengan daktilitas 3.

5.5.4. Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan pokok yang diperhitungkan didasarkan pada SK SNI - T15 - 1991 sebagai berikut :

1. Kuat perlu yang menahan beban mati D dan beban hidup L paling tidak harus sama dengan :

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

2. Bila ketahanan struktur terhadap gempa harus diperhitungkan pada perancangan maka nilai ultimate diambil sebesar :

$$U = 1,05 (D + L_r \pm E)$$

dimana :

L_r adalah beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan persyaratan PPTGIUG '83 Tabel 3.3 yang menyebutkan bahwa untuk peninjauan gempa maka beban hidup boleh direduksi dengan koefisien reduksi sebesar 0,50 untuk pendidikan.

Beban gempa (E) di atas harus dikalikan dengan faktor jenis struktur (K) yang sesuai. Untuk tingkat daktilitas tiga, nilai $K = 1$.

Khusus untuk beban gempa percepatan gempa rencana diambil menurut diagram koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 4 dengan kondisi tanah lunak seperti yang terdapat dalam PPTGIUG '83 Gambar 3.3.

Analisa struktur utama dari gedung ini meliputi perencanaan balok induk, kolom dan dinding geser sebagai elemen utama dari gedung. Dimana struktur utama tersebut direncanakan menerima beban gravitasi dan beban lateral gempa. Balok anak beserta pelat yang dipikul oleh balok induk dianggap hanya membebaninya sebagai beban terpusat.

5.6. Analisa gempa dinamis

Pada tugas akhir ini telah dikemukakan bahwa analisa beban gempa yang dipakai adalah analisa dinamis dengan metode analisa ragam spektrum respon. Dimana koefisien gempa rencana diambil untuk gempa periode ulang 20 tahun, gempa zone 4, dan struktur berada di atas tanah lunak.

Kombinasi arah pembebanan gempa pada struktur didasarkan pada PPTGIUG 1983 pasal P.3.3.1 yaitu sebagai berikut :

gravitasi $\pm 100\%$ gempa arah X $\pm 30\%$ gempa arah Y

gravitasi $\pm 30\%$ gempa arah X $\pm 100\%$ gempa arah Y

Untuk perencanaan diambil hasil yang paling berbahaya (terbesar) dari dua kombinasi tersebut. Sebagai kontrol perlu diperhatikan (menurut PPTGIUG 1983):

- Rasio antara simpangan antar tingkat dan tinggi tingkat yang bersangkutan tidak boleh melampaui 0,005.
- Dalam segala hal simpangan antar tingkat tersebut tidak boleh lebih dari 2 cm.
- Gaya geser di tingkat dasar (V_d) tidak boleh kurang dari $0,9 \times C_d \times W_t$ (dimana C_d ditentukan menurut pasal 3.4.1 PPTGIUG 1983) atau dalam tugas akhir ini disebut V_s .

5.7. Input data SAP90

Berikut ini akan dijelaskan secara singkat mengenai input data struktur utama yang dibuat berdasarkan buku petunjuk (manual) dan contoh-contoh SAP90 yang berhubungan dengan analisa struktur ini.

a. Title line

Blok data ini digunakan untuk memberi label pada masukan SAP90 sebagai informasi tentang jenis, type, dan nama struktur yang akan dianalisa atau dimodelkan. Maksimal jumlah karakter yang dapat dituliskan sebanyak 70 buah.

b. System data block

Blok data ini mendefinisikan kontrol informasi yang berhubungan dengan analisa struktur.

L : menyatakan jumlah kondisi/jenis beban (*Load Condition*)

V : menyatakan jumlah *Eigen Value*, yaitu tentang jumlah *mode shape*/jumlah ragam respon yang akan dihitung. Dimana nilai $V = n - 1$ (dimana n menyatakan jumlah tingkat struktur yang dianalisa)

T : toleransi konvergen *Eigen Value* = 0,0001

Dengan memperhatikan PPTGIUG 1983 pasal 3.5.2.1, nilai V (jumlah ragam respon) yang harus ditinjau tidak boleh kurang dari 5. Sehingga $V = 8$ (dimana dengan $n = 9$, $V = n - 1 = 9 - 1 = 8$).

c. Joints data block

Memuat informasi tentang letak koordinat titik-titik pada struktur dalam sumbu global X, Y, Z. Pendefinisian join-join ini bertujuan untuk membuat geometri dari struktur yang akan dianalisa. Join data yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$i \quad X = x \quad Y = y \quad Z = z \quad G = g_1, g_2, r$$

dimana :

x = arah X - ordiant global dari join

y = arah Y - ordiant global dari join

z = arah Z - ordiant global dari join

g_1 = linear generasi dari join 1

g_2 = linear generasi dari join 2

i = nomor join

r = rasio dari bagian terdahulu terhadap bagian pertama untuk pembagian yang tidak sama

@Outline (Not @d. Restraints data block

Memuat informasi mengenai derajat kebebasan (DOF) tiap-tiap join apakah dilepas (nilai 0) atau dikekang (nilai 1). Restraint yang dipakai adalah :

$$j_1 j_2 \text{ inc } R = r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6$$

dimana :

j_1 : nomor join pertama

j_2 : nomor join terakhir

inc : penambahan nomor join

r_1 : harga restrain untuk bertranslasi arah sumbu X

r_2 : harga restrain untuk bertranslasi arah sumbu Y

r_3 : harga restrain untuk bertranslasi arah sumbu Z

r_4 : harga restrain untuk berotasi arah sumbu X

r_5 : harga restrain untuk berotasi arah sumbu Y

r_6 : harga restrain untuk berotasi arah sumbu Z

e. Masses

Blok data ini mendefinisikan lokasi dan harga massa join. Untuk itu perlu dihitung massa dan momen inertia (MMI) dari tiap-tiap lantai. Massa terdiri dari beban mati maupun beban hidup yang telah direduksi.

Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan massa, titik pusat massa adalah sebagai berikut :

1. Hitung massa total dari lantai yang meliputi massa pelat, balok kolom, tembok dan beban hidup.

$$M = \frac{W}{g}$$

dimana : W : berat tiap lantai

$$g : 0,981 \text{ m/det}$$

Hitung letak titik pusat massa dengan cara mengambil suatu titik referensi, kemudian hitung statis momen terhadap titik referensi tersebut. Statis momen dibagi dengan massa total dari lantai dan didapatkan letak pusat massa lantai.

2. Hitung momen inersia massa (MMI) dari elemen - elemen lantai terhadap titik pusat massa dengan rumus :

$$MMI = \frac{M}{A} \times (I_x + I_y)$$

dimana :

MMI : momen inersia massa

M : massa tiap lantai

A : luas tiap lantai

I_x : momen inersia terhadap sumbu x (m⁴)

I_y : momen inersia terhadap sumbu y (m⁴)

f. Frame data block

Memuat informasi mengenai data-data dari elemen-elemen batang (*frame*) tiga dimensi pada struktur yang dianalisa meliputi lokasi, properti dan beban yang bekerja pada setiap elemen.

NM : *Number of Material*, menyatakan jumlah material yang digunakan dalam analisa struktur

NL : *Number of Load identification*, menyatakan jumlah macam beban yang ada pada struktur

Penulisan macam pembebanan dibedakan antara beban mati dan beban hidup yang nantinya akan dikombinasikan dalam blok data COMBO.

g. Shell data block

Memuat informasi mengenai data-data dari elemen-elemen shell dinding geser pada struktur yang dianalisa meliputi lokasi, properti dan beban yang bekerja pada setiap elemen.

NM : *Number of Material*, menyatakan jumlah material yang digunakan dalam analisa struktur

ETYP : Macam pelat yang dianalisa.

Untuk perencanaan ini Etype = 0 (pelat shell)

h. Loads data block

Memuat informasi mengenai beban-beban pada join yang berasal dari beban terpusat balok anak.

i. Spec

Memuat informasi mengenai data-data yang berhubungan dengan analisa dinamik menggunakan metode analisa ragam spektrum respon. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memasukkan data pada blok data ini adalah sebagai berikut :

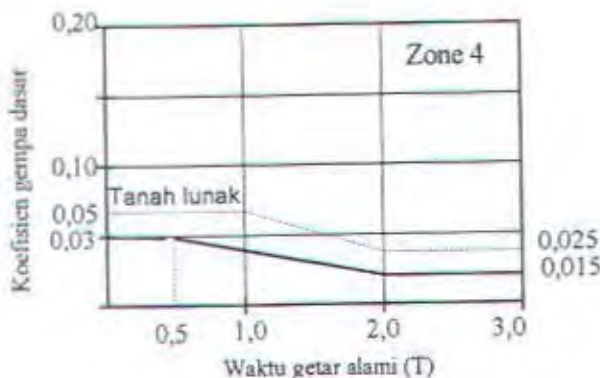
1. Pada saat memasukkan nilai sudut eksitasi (A) perlu ditentukan kombinasi arah pembebanan gempa. Beberapa kemungkinan seperti di bawah ini :
 - a. 100% gempa arah X + 30% gempa arah Y, maka bisa dituliskan :

$A = 0$, dan pada X *direction* dimasukkan 100% nilai spektrum respons dari grafik dan pada Y *direction* dimasukkan 30% nilai spektrum respons dari grafik, atau ;

$A = 16,7$, dan pada spektrum respons X *direction* dimasukkan nilai penuh (100%) sesuai grafik.
 - b. 30% gempa arah X + 100% gempa arah Y, maka bisa dituliskan :

$A = 0$, dan pada X *direction* dimasukkan 30% nilai spektrum respons dari grafik dan pada Y *direction* dimasukkan 100% nilai spektrum respons dari grafik, atau ;

$A = 73,3$, dan pada spektrum respons X *direction* dimasukkan nilai penuh (100%) sesuai grafik.
2. S = faktor skala respons spektrum bisa digunakan 9,81 m/dt² atau 10 m/dt².
3. D = *damping ratio* (rasio redaman) diambil 5%.



j. Combo data block

Memuat informasi mengenai kombinasi pembebanan yang digunakan pada analisa struktur utama, yang didasarkan pada PBI '89 pasal 9.2 :

1. $1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$ (akibat beban mati dan beban hidup)
2. $1,05 (\text{DL} + 0,9 \text{ LL} + \text{E})$ (akibat beban mati + beban hidup + gempa kiri)
3. $1,05 (\text{DL} + 0,9 \text{ LL} - \text{E})$ (akibat beban mati + beban hidup + gempa kanan)
4. $0,9 (\text{D} + \text{E})$ (akibat beban mati + gempa kiri)
5. $0,9 (\text{D} - \text{E})$ (akibat beban mati + gempa kanan)

Kombinasi pembebanan nomor 4 dan 5 hanya diperlukan pada perhitungan kolom sebagai beban *sideway* (beban berfaktor yang dapat menyebabkan goyangan ke samping).

Input data struktur utama dan hasil plot dari gedung ini dapat dilihat pada lampiran.

5.8. Permodelan pembebanan balok induk

Beban-beban yang bekerja pada balok induk adalah berat sendiri balok induk dan semua beban merata pada pelat (termasuk berat sendiri pelat dan beban hidup merata di atasnya). Distribusi bebannya didasarkan pada cara *Tributary Area* yaitu beban pelat dinyatakan dalam bentuk trapesium maupun segitiga. Variasi pembebanan dan beban ekuivalen yang terjadi pada perhitungan balok induk ini dapat dilihat pada bab sebelumnya.

5.9. Simpangan antar tingkat

PPTGIUG '83 Bab III pasal 3.6.2 dan penjelasannya menyatakan bahwa terhadap simpangan antar tingkat telah diadakan pembatasan-pembatasan untuk menjamin agar kenyamanan para penghuni gedung tidak terganggu dan juga untuk mengurangi momen-momen sekunder yang terjadi akibat penyimpangan garis kerja axial di dalam kolom-kolom ($P\Delta$ -*effec*). Hal ini khususnya penting untuk unsur-unsur langsing dan gaya berat. Walaupun simpangan antar tingkat telah dibatasi namun dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan terhadap $P\Delta$ -*effec*, dimana hal itu kritis.

Simpangan antar tingkat dari suatu titik pada suatu lantai harus ditentukan sebagai simpangan horisontal titik itu relatif terhadap titik yang bersangkutan pada lantai di bawahnya.

Perbandingan antar simpangan antar tingkat dan tinggi yang bersangkutan tidak boleh melampaui 0,005. Dengan ketentuan bahwa dalam segala hal simpangan tersebut tidak boleh lebih dari 2 cm.

Dari output SAP90 (file Struktur.sol) untuk displacemen dipilih simpangan pada daerah sudut dan dapat ditabelkan :

SIMPANGAN ANTAR LANTAI GEDUNG FE. UNIVERSITAS AIRLANGGA

Arah X

Tingkat	Tinggi (cm)	Simpangan total (cm)	Simpangan lantai (cm)		Rasio	Kontrol
1	400	0,160	0,16	< 2 cm	4,000E-4	ok.
2	400	0,420	0,26	< 2 cm	6,500E-4	ok.
3	400	0,586	0,166	< 2 cm	4,150E-4	ok.
4	400	0,675	0,089	< 2 cm	2,225E-4	ok.
5	400	0,754	0,079	< 2 cm	1,975E-4	ok.
6	400	0,825	0,051	< 2 cm	1,275E-4	ok.
7	400	0,855	0,030	< 2 cm	7,500E-5	ok.

Arah Y

Tingkat	Tinggi (cm)	Simpangan total (cm)	Simpangan lantai (cm)		Rasio	Kontrol
1	400	1,072	1,072	< 2 cm	2,680E-3	ok.
2	400	2,845	1,773	< 2 cm	4,433E-3	ok.
3	400	4,615	1,770	< 2 cm	4,425E-3	ok.
4	400	6,022	1,407	< 2 cm	3,517E-3	ok.
5	400	6,996	0,974	< 2 cm	2,435E-3	ok.
6	400	7,554	0,558	< 2 cm	1,395E-3	ok.
7	400	7,787	0,233	< 2 cm	5,825E-4	ok.

5.10. Kontrol gaya gempa dasar analisa statik (Vs) dengan analisa dinamis (Vd)

Pada PPTGIUG'83 pasal 3.5.2.2 :

a. Waktu getar alami (T) :

$$T = 0,006 \times H^{3/4}$$

$$= 0,06 \times 28^{3/4} = 0,730 \text{ detik}$$

b. Dari grafik koefisien gempa dasar (C) terhadap T, didapat :

$$C = 0,05 \text{ (secara kasar)}$$

c. Berat total struktur dengan beban hidup :

$$W_t = 5305140 \text{ ton}$$

d. Faktor keutamaan struktur :

$$I = 1,0 \text{ (PPTGIUG 1983)}$$

e. Faktor jenis struktur :

$$K = 1$$

f. Gaya gempa dasar analisa statik :

$$V_s = C \times I \times K \times W_t$$

$$V_{sy} = 132,629 \text{ ton}$$

$$V_{sx} = 265,257 \text{ ton}$$

g. Gaya gempa dasar analisa dinamis (dari SAP90) :

$$V_{dx} = 269,91 \text{ ton} > 0,9 V_{sx} = 238,257 \text{ ton} \dots \text{Oke}$$

$$V_{dy} = 379,20 \text{ ton} > 0,9 V_{sy} = 119,366 \text{ ton} \dots \text{Oke}$$

h. Rasio V_d/V_s

$$V_d/V_s = 269,91 / 238,257$$

$$= 1,131$$



BAB VI
PERHITUNGAN STRUKTUR UTAMA

BAB VI

PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA

6.1. Umum

Penulangan struktur utama dalam Tugas Akhir ini direncanakan dengan menggunakan metode daktilitas tingkat tiga (Daktilitas Penuh), atau yang lebih dikenal dengan istilah "Disain Kapasitas" yaitu struktur beton diproporsikan berdasarkan suatu persyaratan penyelesaian detail khusus yang memungkinkan struktur memberikan respon inelastis terhadap beban siklis gempa yang bekerja dan mampu menjamin pengembangan mekanisme sendi plastis dengan kapasitas disipasi energi yang diperlukan tanpa mengalami keruntuhan.

Karena itu keruntuhan yang terjadi pada balok harus bersifat daktil yaitu bukan karena akibat keruntuhan geser tetapi keruntuhan lentur. Hal ini bertujuan untuk memberikan peringatan sebelum terjadinya keruntuhan yaitu dengan terjadinya perubahan bentuk. Dengan demikian terjadinya mekanisme sendi plastis harus dikendalikan atau dipaksakan agar terjadi di tempat-tempat yang diinginkan (pada balok) dengan cara meningkatkan unsur-unsur yang berbatasan dengannya yaitu pada kolom. Pengertian ini mengandung arti yaitu "*Strong Column Weak Beam*" (kolom kuat balok lemah).

Dalam perencanaan struktur gedung dengan daktilitas penuh, kolom harus direncanakan lebih kuat dari baloknya, dengan memperhitungkan pengaruh terbentuknya sendi plastis pada ujung balok kiri dan kanan kolom dan pengaruh *overstrength* balok. Dengan demikian struktur harus mampu melakukan perubahan secara daktil dengan memencarkan energi gempa dan membatasi gaya gempa yang masuk ke dalam struktur utama. Untuk pemencaran energi itu ditandai dengan terbentuknya sendi-sendi plastis pada tempat-tempat yang telah direncanakan yaitu pada balok. Beban rancang lateral dasar yang disebabkan oleh gempa ditetapkan pada PPTGIUG'83 harus diperhitungkan faktor jenis struktur (K) sebesar 1.

6.2. Perhitungan penulangan balok induk

6.2.1. Perhitungan lentur balok induk

Penulangan lentur balok dilakukan berdasarkan atas kekuatan penampang dari struktur, ukuran, mutu dan pengaturan tulangan telah memberikan kekuatan momen kapasitas yang disediakan oleh penampang. Dalam perencanaan balok induk ini dipakai tulangan rangkap yaitu penampang persegi dengan tulangan tarik dan tekan. Untuk perhitungan tulangan lentur lapangan pada momen positif balok dianalisa sebagai balok T. Sedangkan pada momen negatif balok dianalisa sebagai balok persegi biasa.

Pada prinsipnya perhitungan penulangan lentur balok induk hampir sama dengan penulangan lentur pada balok anak. Tetapi pada penulangan lentur balok induk banyak dijumpai momen yang berbalik arah akibat beban gempa. Sehingga penulangannya berdasarkan masing-masing arah momen yang terjadi dengan kondisi sistem penulangan sebagai berikut :

1. Apabila $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$, maka tulangan tekan dipasang praktis saja.
2. Apabila $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$, maka tulangan tekan dibutuhkan untuk menambah kekuatan.

Contoh perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan tulangan balok anak melintang diambil balok induk lantai satu dengan elemen pada SAP 90 nomer elemen 212 (as E, 215-216) dengan bentang 6 m.

Data-data umum penulangan balok anak dan data gaya-gaya dalam dari SAP90 :

- tinggi balok (h)	= 600 mm	- mutu baja (f_y)	= 390 MPa
- lebar balok (b)	= 300 mm	- E_s	= 200000 MPa
- decking	= 40 mm	- $d' = 40 + 12 + 16/2$	= 60 mm
- bentang	= 6000 mm	- $d = 600 - 60$	= 540 mm
- tulangan sengkang	= D12 mm		
- tulangan utama	= D16 mm		
- mutu beton (f_c')	= 30 MPa		

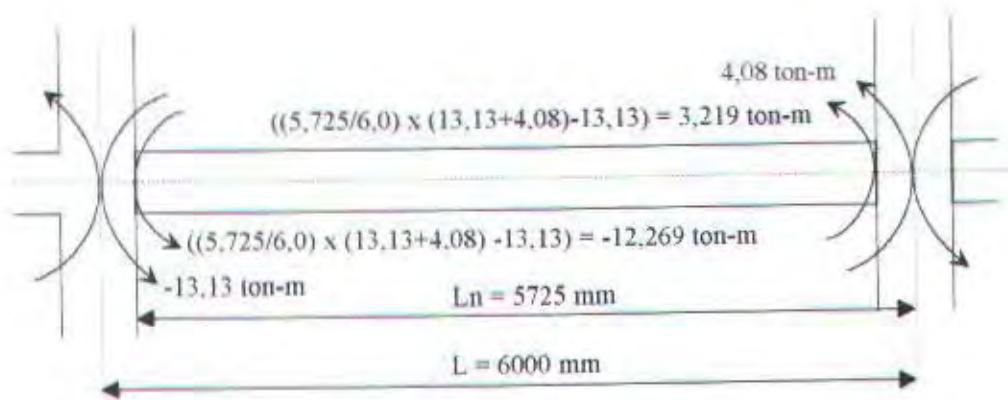
- Momen rencana pada tumpuan

$$Mu (-) = -13,13 \text{ t-m}$$

$$= 131300000 \text{ N-mm}$$

$$Mu (+) = 4,080 \text{ t-m}$$

$$= 40800000 \text{ N-mm}$$



Gambar 6-1. Distribusi momen balok dari As ke ujung balok

a. Penulangan lentur pada tumpuan negatif

$$Mu (-) = -12,269 \text{ t-m}$$

$$= 122690000 \text{ N-mm}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi \times f_y \times (d - d')}$$

$$= \frac{122690000}{0,8 \times 390 \times (540 - 60)}$$

$$= 819,378 \text{ mm}^2$$

untuk peningkatan daktilitas dan momen balik, disyaratkan dalam SK SNI '91 pasal

3.14.3 : $As' \geq 0,5 As$

maka digunakan tulangan : - tulangan atas = 6 D16 (1206 mm^2)

- tulangan bawah = 3 D16 (603 mm^2)

Cek (redistribusi momen) apakah momen negatif memenuhi syarat $((\rho - \rho') \leq 0,5 \rho_b)$ untuk perencanaan kapasitas balok portal setelah tulangan lentur direncanakan :

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d} = \frac{1206}{300 \times 540} = 0,00744$$

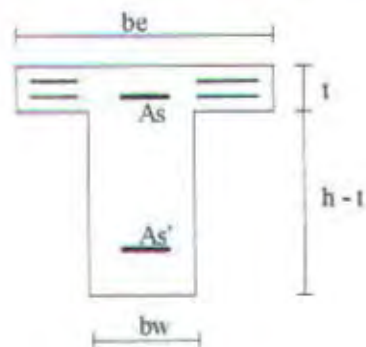
$$\rho' = \frac{A_s'}{b \times d} = \frac{603}{300 \times 540} = 0,00372$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{390} \times \frac{600}{600 + 390} = 0,0365 \end{aligned}$$

$$((\rho - \rho') \leq 0,5 \rho_b)$$

$$0,00744 - 0,00372 = 0,00372 < 0,5 \times 0,0365 = 0,01825 \quad \dots\dots\dots \text{oke !}$$

b. Penulangan lentur pada tumpuan positif



$$- b_e \leq \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots \text{menentukan !}$$

$$- b_e \leq 30 + 16 \times 12 = 222 \text{ cm}$$

$$- b_e \leq 600 = 600 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} M_u (+) &= 3,2195 \text{ t-m} \\ &= 32195000 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

Periksa apakah tinggi a lebih besar dari tebal pelat :

$$Cc = 0,85 \times f_c' \times b_p \times (0,85 \times X)$$

$$= 0,85 \times 30 \times 1500 \times (0,85 \times X) = 32512,50 X \text{ N-mm}$$

$$M_n = \frac{32195000}{0,8} = 40243790 \text{ N-mm}$$

$$M_n = Cc \times \left(d - \frac{0,85 \times X}{2} \right)$$

$$\begin{aligned} 40243750 &= 32512,50 X \times \left(540 - \frac{0,85 \times X}{2} \right) \\ &= 13817,813 X^2 - 17556750 X + 40243750 \end{aligned}$$

dengan rumus ABCdi dapat :

$$X_{\max} = 2,296 \text{ mm} < t = 120 \text{ mm} \rightarrow T \text{ palsu}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,00358$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \beta \times 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600+f_y} \\ &= 0,75 \times 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{390} \times \frac{600}{600+390} = 0,02526 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{b_e}{b_w} \times \frac{a_{\max}}{d} \\ &= 0,85 \times \frac{30}{390} \times \frac{1500}{300} \times \frac{2,296}{540} = 0,00139 < \rho_{\min} \end{aligned}$$

$$\text{syarat : } \rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$\text{dipakai : } \rho_{\min} = 0,00358$$

$$\text{sebagai syarat tulangan tumpuan positif : } \frac{A_s'}{A_s} = 1$$

penulangan akibat tarik :

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b_w \times d \\ &= 0,00358 \times 300 \times 540 \end{aligned}$$

$$= 501,66 \text{ mm}^2$$

maka digunakan tulangan : atas = 3 D16 (603 mm²)

bawah = 3 D16 (603 mm²)

Rencana tulangan tumpuan dari momen rencana yang ada dipakai :

$$\text{- tulangan atas} = 6 \text{ D16 (603 mm}^2\text{)} \rightarrow \rho_{\text{act}} = \frac{1206}{300 \times 540} = 0,00744$$

$$\text{- tulangan bawah} = 3 \text{ D16 (603 mm}^2\text{)} \rightarrow \rho'_{\text{act}} = \frac{603}{300 \times 540} = 0,00372$$

Cek kondisi tulangan tekan :

coba (tulangan tekan leleh) : $\epsilon s' \geq \epsilon_y$

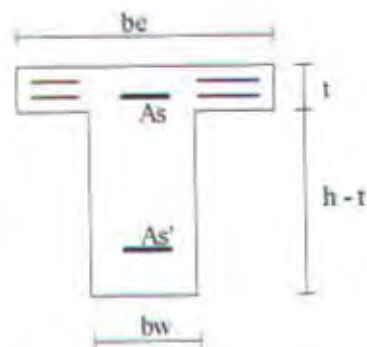
$$(\rho - \rho') \times \left(1 - \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \right) \geq 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f_c' \times d'}{f_y \times d} \times \left(\frac{600}{600 - f_y} \right)$$

$$(0,00744 - 0,00372) \times \left(1 - \frac{0,85 \times 30}{390} \right) = 0,003481$$

$$0,85 \times 0,85 \times \frac{30 \times 60}{390 \times 540} \times \left(\frac{600}{600 - 390} \right) = 0,01764$$

Karena $0,003481 < 0,01764$, maka tulangan tekan belum leleh

c. Penulangan lentur pada lapangan



$$\text{- } be \leq \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{menentukan !}$$

$$\text{- } be \leq 30 + 16 \times 20 = 350 \text{ cm}$$

$$\text{- } be \leq 600 \text{ cm}$$

Momen rencana :

$$\begin{aligned} \mu_u &= -3,84 \text{ t-m} \\ &= 38400000 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

Periksa apakah tinggi a lebih besar dari tebal pelat :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c' \times b_e \times (0,85 \times X) \\ &= 0,85 \times 30 \times 1500 \times (0,85 \times X) = 32512,5 X \text{ N} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{38400000}{0,8} = 48000000 \text{ N mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \times \left(d - \frac{0,85 X}{2} \right) \\ 48000000 &= 32512,5 X \times \left(540 - \frac{0,85 X}{2} \right) \\ &= 13817,813 X^2 - 17556750 X + 48000000 \end{aligned}$$

dengan rumus ABC di dapat :

$$X_{\max} = 2,739 \text{ mm} < t = 120 \text{ mm} \rightarrow T \text{ palsu}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{b_e}{b_w} \times \frac{a_{\max}}{d} \\ &= 0,85 \times \frac{30}{390} \times \frac{1500}{300} \times \frac{2,739}{540} = 0,00166 < \rho_{\min} \end{aligned}$$

$$\text{dipakai } \rho_{\min} = 0,00359$$

penulangan tarik :

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b_w \times d \\ &= 0,00359 \times 300 \times 540 \\ &= 581,538 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maka digunakan tulangan lapangan : atas (tekan)} &= 2 \text{ D16 (402 mm}^2\text{)} \\ \text{bawah (tarik)} &= 3 \text{ D16 (603 mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

6.2.2. Perhitungan momen kapasitas

a. Momen kapasitas balok dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$M_{kap,b} = \phi_o \times M_{n_{ak,b}}$$

dimana :

- $M_{kap,b}$ = momen kapasitas balok (*overstrength moment*)
- ϕ_o = *overstrength factor* (faktor penambahan kekuatan) yang memperhitungkan pengaruh penambahan kekuatan maksimal dari tulangan terhadap kuat leleh yang ditetapkan diambil sebesar 1,25 untuk tulangan dengan f_y 400 MPa, dan sebesar 1,40 untuk f_y 400 MPa.
- $M_{n_{ak,b}}$ = kuat momen lentur nominal aktual balok yang dihitung terhadap luas tulangan aktual pada penampang balok yang ditinjau.

b. Tulangan longitudinal balok

Batasan-batasan yang digunakan dalam perhitungan tulangan longitudinal berdasarkan SK SNI '91 pasal 3.14.3.2 (1) yaitu :

1. Minimum batang menerus sepanjang balok dengan jumlah dari tulangan atas maupun bawah tidak boleh kurang dari ρ_{min} (untuk menjamin $M_{ultimate} > M_{relek}$) dan tidak boleh lebih dari ρ_{ma} (untuk menjamin putaran daktilitas-*curvature ductility*) yang cukup untuk daktilitas rencana
2. Pada sisi muka join, kuat momen positif tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat momen negatif. Atau secara pendekatan dapat dinyatakan sebagai berikut :
 $(\rho_{bawah} > 0,5 \rho_{atas})$
3. Pada sebarang penampang balok kuat momen positif maupun kuat momen negatifnya tidak boleh kurang dari 0,25 kuat momen maksimum yang terdapat pada kuat ujung join, atau secara konservatif dapat dinyatakan : ρ_s (atas atau bawah) $\geq 0,25 \rho_s$ (maks. diujung)
4. Persyaratan no. 2 dan no. 3 diperlukan untuk menjamin tercapainya tingkat daktilitas rencana di daerah sendi plastis. Disamping itu persyaratan ini juga diperlukan untuk kuat lentur yang cukup terhadap beban berbalik (*reversed action*).

c. Tulangan transversal balok

Pemasangan tulangan transversal yang memadai di daerah sendi plastis diperlukan agar kapasitas disipasi energi maksimum dapat tercapai. Dalam hal ini tulangan transversal berfungsi untuk :

1. Menahan gaya geser sehingga balok dapat mencapai kapasitas lentur
2. Menjamin kapasitas rotasi pada daerah sendi plastis, yaitu dengan :
 - Mengekang beton pada daerah tekan sehingga mampu meningkatkan deformasi batas dan kekuatan lekatnya
 - Memberikan dukungan lateral bagi tulangan longitudinal sehingga tekuk dapat dihindari.

Sengkang penutup yang pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari sisi muka komponen struktur pendukung (SK SNI '91 pasal 3.14.3.3. ayat 2).

Spasi maksimum dari sengkang tersebut tidak boleh melebihi :

- a. 1/4 tinggi komponen struktur.
- b. 8 diameter tulangan longitudinal terkecil.
- c. 24 diameter batang sengkang.
- d. 200 mm
- e.
$$\frac{1600 \times f_{y,t} \times A_{s,t}}{(A_{s,a} + A_{s,b}) \times f_{y,l}}$$

dimana :

- | | |
|-----------------------|--|
| $A_{s,t}$ | = luas satu kaki dari tulangan transversal mm^2 |
| $A_{s,a}$ & $A_{s,b}$ | = luas tulangan longitudinal atas dan bawah |
| $f_{y,l}$ | = kuat lemah tulangan longitudinal, MPa |
| $f_{y,t}$ | = kuat lemah tulangan transversal, MPa. |

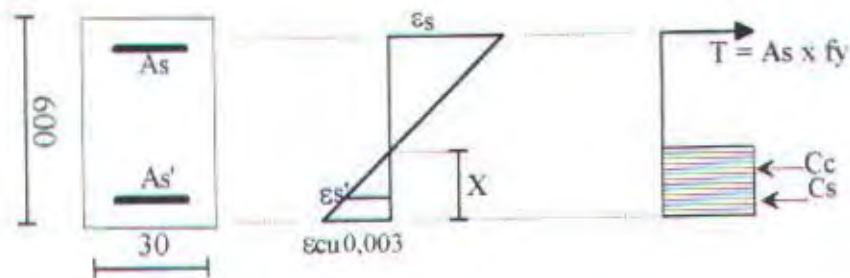
Contoh perhitungan :

a. Perhitungan M_{kap} (-)

Karena dianggap besarnya tulangan yang terpasang sama dengan tulangan yang diperlukan maka nilai momen leleh negatif diperoleh dari momen nominal

balok dimana harus dihitung berdasarkan jumlah tulangan terpakai. Perhitungan Momen Nominal adalah sebagai seperti disain tulangan lentur tetapi rasio tulangan harus dihitung berdasarkan jumlah tulangan tarik dan tekan aktual.

Momen nominal negatif dihitung dengan menganggap balok sebagai balok persegi tanpa memperhitungkan pengaruh tulangan pelat



Asumsi bahwa tulangan tekan (as') belum leleh. Dengan keseimbangan gaya,
 $T = Cc + Cs$ didapat nilai X

dimana : $T = As \times fy$

$$Cc = 0,85 \times fc' \times \beta_1 \times bw \times X$$

$$Cs = As' \times (fs' - 0,85 \times fc')$$

Adapun cara menentukan X dan nilai fs' adalah seperti dengan analisa penampang persegi.

Maka dengan data tulangan :

- Tulangan atas : 6 D16, $As = 1206 \text{ mm}$, $\rho_{act} = 0,00744$
- Tulangan bawah : 3 D16, $As' = 603 \text{ mm}$, $\rho'_{act} = 0,00372$
- $d = 600 - (40 + 12 + (16/2)) = 540 \text{ mm}$
- $d' = 40 + 12 + (16/2) = 60 \text{ mm}$

Anggap tulangan tarik leleh dan tulangan tekan belum leleh.

$$\epsilon_s' = 0,003 \times \left(1 - \frac{d'}{X}\right)$$

$$f_s' = 600 \times \left(1 - \frac{d'}{X}\right)$$

dimana :

$$T = A_s \times f_y$$

$$= 1206 \times 390 = 470340 \text{ N}$$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times \beta_1 \times b_w \times X$$

$$= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 300 \times X$$

$$= 6502,5 X \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \times (f_s' - 0,85 \times f_c')$$

$$= 603 \times \left[\left(600 \times \left(1 - \frac{60}{X} \right) \right) - 0,85 \times 30 \right]$$

$$= 346423,5 - \frac{21692624}{X}$$

$$\Sigma H = 0 \rightarrow C_c + C_s - T = 0$$

$$6502,5 X + 346423,5 - \frac{21692624}{X} - 470340 = 0$$

$$6502,5 X^2 - 123916,5 X - 2169624 = 0$$

dengan rumus ABC didapat :

$$X = 68,068 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 68,068 \times 0,85 = 57,857 \text{ mm}$$

kontrol :

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \times \left(1 - \frac{60}{X} \right)$$

$$= 0,003 \times \left(1 - \frac{60}{68,068} \right)$$

$$= 0,00036 < \epsilon_y = \frac{390}{200000} = 0,00195 \quad \dots\dots\dots \text{Tulangan tekan belum leleh}$$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times \beta_1 \times b_w \times X$$

$$= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 300 \times 68,068$$

$$= 442609,152 \text{ N}$$

$$C_s = 346423,5 - \left(\frac{21692624}{68,068} \right)$$

$$= -27730,8482$$

$$Mn_{ak,b} = C_c \times \left(Z - \frac{a}{2} \right) + C_s \times (Z - d')$$

$$= 442609,152 \times \left(540 - \frac{46,994}{2} \right) + 27730,8482 \times (540 - 60)$$

$$= 239515640,5 \text{ N-mm}$$

$$= 239,516 \text{ KN-m}$$

$$M_{kap,b} = OSF \times Mn_{ak,b}$$

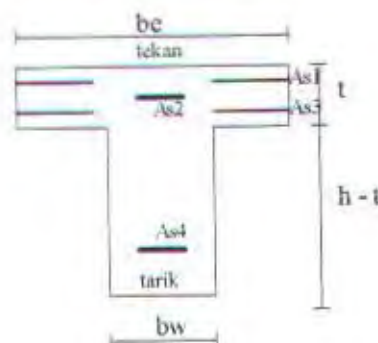
$$= 1,25 \times 239,516$$

$$= 299,395 \text{ KN-m}$$

a. Perhitungan $M_{kap}(+)$

Untuk perhitungan Momen Kapasitas (+) adalah hampir sama dengan cara perhitungan momen kapasitas (-). Dimana dianggap besarnya tulangan yang terpasang sama dengan tulangan yang diperlukan maka nilai momen leleh negatif diperoleh dari momen nominal balok. Dimana harus dihitung berdasarkan jumlah tulangan terpakai. Perhitungan momen nominal sama seperti disain tulangan lentur tetapi rasio tulangan harus dihitung berdasarkan jumlah tulangan tarik dan tekan aktual.

Asumsi perhitungan momen nominal positif dihitung dengan menganggap balok sebagai balok T dan memperhitungkan pengaruh dari tulangan pelat terhadap kekuatan pelat terhadap kekuatan lentur balok.



Anggap ϵ_1 , ϵ_2 , dan ϵ_3 belum leleh dan asumsi garis netral terletak antara 1 dan 2 sehingga :

$$\epsilon_y = \frac{390}{200000} = 0,00195$$

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \times \left(1 - \frac{20}{X}\right)$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \times \left(\frac{60}{X} - 1\right)$$

$$\epsilon_{s3} = 0,003 \times \left(\frac{180}{X} - 1\right)$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c' \times b_e \times (0,85 \times X) \\ &= 0,85 \times 30 \times 1500 \times (0,85 \times X) = 32512,5 \times X \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= A_{s4} \times f_y \\ &= 603 \times 390 = 235170 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{s1} &= A_{s1} \times (\epsilon_{s1} \times E_s - 0,85 \times f_c') \\ &= 393 \times \left(0,003 \times \left(1 - \frac{20}{X}\right) \times 200000 - 0,85 \times 30\right) \\ &= 225778,5 - \frac{4705987,5}{X} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{s2} &= A_{s2} \times \epsilon_{s2} \times E_s \\ &= 1206 \times \left(0,003 \times \left(\frac{60}{X} - 1\right) \times 200000\right) \\ &= \frac{43416000}{X} - 723600 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{s3} &= A_{s3} \times \epsilon_{s3} \times E_s \\ &= 393 \times \left(0,003 \times \left(\frac{180}{X} - 1\right) \times 200000\right) \\ &= \frac{23580000}{X} - 235800 \end{aligned}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$C_c + C_{s1} = C_{s2} + C_{s3} + T$$

$$32512,5 X^2 + 950008,5 X - 71701979 = 0$$

dengan rumus ABC di dapat :

$$X = 34,572 \text{ mm}$$

$$a_{\text{max}} = 34,572 \times 0,85 = 29,386 \text{ mm}$$

kontrol :

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \times \left(1 - \frac{20}{34,572}\right)$$

$$= 0,00126 < \epsilon_y = 0,00195 \rightarrow \text{Tulangan tekan belum leleh}$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \times \left(\frac{60}{34,572} - 1\right)$$

$$= 0,00190 < \epsilon_y = 0,00195 \rightarrow \text{Tulangan tekan belum leleh}$$

sehingga :

$$C_c = 1054954 \text{ N}$$

$$C_{s1} = 80746,834 \text{ N}$$

$$C_{s2} = 409621,20 \text{ N}$$

$$C_{s3} = 490908,84 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{(A_{s2} \times f_{s2} \times 60) + f_y \times (A_{s3} \times 100 + A_{s4} \times 488,5)}{A_{s2} \times f_{s2} + f_y \times (A_{s3} + A_{s4})} \\ &= \frac{(1206 \times 505,24 \times 60) + 390 \times (393 \times 100 + 603 \times 540)}{804 \times 505,24 + 390 \times (393 + 603)} \\ &= 189,27 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka didapat momen nominal aktual :

$$\begin{aligned} M_{n_{\text{ak,b}}} &= C_c \times (Z - a/2) + C_{s1} \times (Z - 20) \\ &= 1054854,00 \times (189,27 - 27,581/2) + 80746,834 \times (189,27 - 20) \\ &= 211398592,4 \text{ N-mm} \approx 211,399 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{kap,b} &= OSF \times M_{n_{ak,b}} \\
 &= 1,25 \times 211,399 \\
 &= 264,248 \text{ KN-m}
 \end{aligned}$$

6.2.3. Perhitungan penulangan geser balok

Gaya geser balok (V_u) diperoleh dengan menganggap kedua ujung balok dalam keadaan kapasitas dan tidak terjadi keruntuhan geser.

Gaya geser rencana harus diperhitungkan menurut rumus berikut :

$$V_u = 0,7 \times \frac{M_{kap,b} + M_{kap,b'}}{L_n} + 1,05 \times V_g \quad \dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.14-19}$$

tetapi tidak lebih dari :

$$V_u = 1,05 \times (V_{D,b} + V_{L,b} + \frac{4}{K} \times V_{E,b}) \quad \dots\dots \text{SK SNI '91 pasal 3.14-20}$$

dimana :

M_{kap} = Momen nominal aktual pada ujung komponen dengan memperhitungkan kombinasi momen positif dan momen negatif

$M_{kap'}$ = Momen kapasitas balok di sendi plastis pada bidang muka kolom di sebelahnya

L_n = Bentang bersih balok

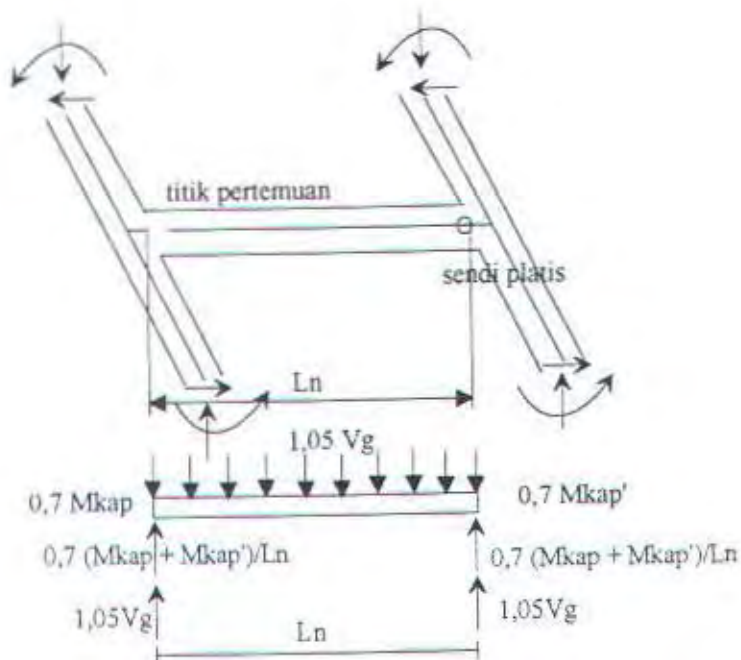
V_D = Gaya geser balok akibat beban mati

V_L = Gaya geser akibat beban hidup

V_g = Gaya geser balok akibat beban gravitasi

$V_{E,e}$ = Gaya geser akibat beban gempa.

K = faktor jenis struktur ($K > 1$)



Gambar 6-2. Geser balok

Pemasangan tulangan geser adalah untuk menahan agar keruntuhan yang tidak daktail tidak terjadi sebelum balok mengerahkan kekuatan lenturnya. Kuat geser rancang balok harus memenuhi syarat :

$$V_u \leq \phi (V_c + V_s) \quad \dots \dots \text{SK SNI '91 pasal 3.4-1}$$

dimana :

V_c = kuat geser beton (untuk daerah plastis 0 s/d 2h, $V_c = 0$)

V_s = Kuat geser tulangan geser, yang diambil sebesar 0,6

Contoh perhitungan :

$$M_{kap,b} = 204,540 \text{ KN-m}$$

$$M_{kap,b'} = 276,678 \text{ KN-m}$$

$$\text{torsi} = 500 \text{ N-m}$$

Menentukan besarnya gaya geser

$$\begin{aligned} V_{u,b} &= 0,7 \times \frac{M_{kap} + M_{kap'}}{L_n} + 1,05 V_g \\ &= 0,7 \times \frac{20454 + 276678}{(6,0 - 0,6)} + 1,05 \times ((5,4/6) \times (43600 + 16700)) \end{aligned}$$

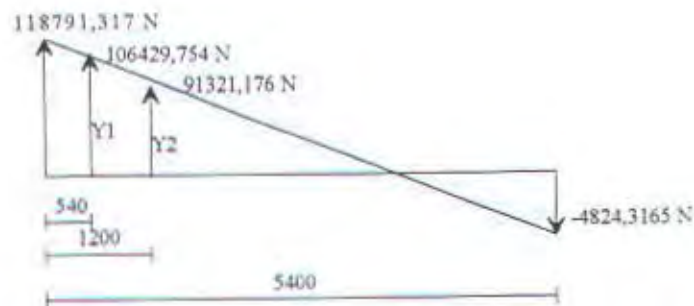
$$= 118791,317 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_{u,b} &= - \left[0,7 \times \frac{M_{kap} + M_{kap'}}{L_n} \right] + 1,05 V_g \\ &= - \left[0,7 \times \frac{204540 + 276678}{(6,0 - 0,55)} \right] + 1,05 \times ((5,4/6,0) \times (43600 + 16700)) \\ &= -4827,3165 \text{ N} \end{aligned}$$

tetapi tidak lebih dari :

$$\begin{aligned} V_{u_{max}} &= 1,05 \times \left(V_D + V_L + \frac{4}{K} \times V_E \right) \\ &= 1,05 \times ((5,4/6,0) \times (43600 + 16700 + 4/1 \times 23800)) \\ &= 146947,5 \text{ N} \end{aligned}$$

dipakai $V_{ub} \ 118791.317 \text{ N}$



$$\frac{Y_1 + 4824,3165}{118791,317 + 4824,3165} = \frac{(5450 - 540)}{5450} \quad Y_1 = 106429,754 \text{ N}$$

$$\frac{Y_2 + 4824,3165}{118791,317 + 4824,3165} = \frac{(5450 - 1200)}{5450} \quad Y_2 = 91321,176 \text{ N}$$

a. Penulangan geser di dalam sendi plastis

Untuk penulangan di dalam sendi plastis sejauh h dari muka kolom $V_c = 0$ sehingga :

$V_{u,b}$ yang dipakai = 106429,754 N

$$V_s = \frac{106429,754}{0,6} = 177382,923 \text{ N}$$

jarak sengkang :

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s}$$
$$= \frac{(2 \times 113,097) \times 390 \times 540}{177382,923} = 268,550 \text{ mm}$$

jarak sengkang maksimum (S_{max}) pada sendi plastis :

$$S < 200$$

$$S < d/4 = 540/4 = 135 \text{ mm}$$

$$S < 8 \times D \text{ (tulangan utama)} = 8 \times 16 = 128 \text{ mm}$$

$$S < 24 \times D \text{ (tulangan sengkang)} = 24 \times 12 = 288 \text{ mm}$$

jadi dipakai jarak sengkang = 250 mm

Kontrol kekuatan sengkang dengan tulangan terpasang :

$$V_u, b/\phi < V_c + V_s$$

$$V_s \text{ (terpasang)} = \frac{2 \times 113,097 \times 390 \times 540}{250}$$
$$= 190545,826 \text{ N}$$

$$177382,923 \text{ N} < 0 + 190545,826 = 190545,826 \text{ N} \quad \dots\dots\dots \text{ oke !}$$

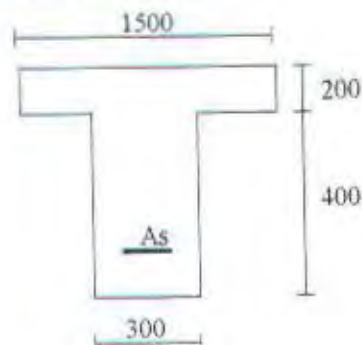
Rencana akhir dipakai sengkang D12-250 mm

b. Penulangan geser di luar sendi plastis

Untuk penulangan di luar sendi plastis sejauh $2h$ dari muka kolom,

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d, \text{ sehingga :}$$

$$V_u, b \text{ yang dipakai} = 91321.176 \text{ N}$$



$$\begin{aligned}\sum x^2 \cdot y &= 30^2 \times 60 + 2 \times (60^2 \times 20) \\ &= 198000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_t &= \frac{b_w \times d}{\sum x^2 \times y} = \frac{300 \times 540}{198000} \\ &= 0,818 \text{ mm}^{-1}\end{aligned}$$

cek kuat torsi :

$$\begin{aligned}T_{u_{\min}} &= \phi \times \frac{1}{20} \times \sqrt{f_c'} \times \sum x^2 \\ &= 0,6 \times \frac{1}{20} \times \sqrt{30} \times 19800000 \\ &= 3253471,992 \text{ N-mm} \\ &= 3253,471 \text{ N-m} > 500 \text{ N-m} \rightarrow \text{Tulangan torsi boleh diabaikan} \\ &\quad \text{sehingga dipasang tulangan torsi praktis saja (2 D12)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{\frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d}{\sqrt{1 + \left(2,5 \times \left(\frac{T_u}{V_u}\right)\right)^2}} \\ &= \frac{\frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 300 \times 540}{\sqrt{1 + \left(2,5 \times \left(\frac{500}{91916,343}\right)\right)^2}} = 147871,417 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_s &= \frac{V_{u,b}}{\phi} - V_c \\ &= \frac{91916,343}{0,6} - 147871,417 = 5322,488 \text{ N}\end{aligned}$$

$$S = \frac{2 \times 113,097 \times 390 \times 540}{5322,488} = 8950,035 \text{ mm}$$

jarak sengkang maksimum (S_{\max}) di luar sendi plastis :

$$S < d/2 = 540/2 = 270 \text{ mm}$$

$$S < 600 \text{ mm}$$

jadi dipakai jarak sengkang = 500 mm < 600 mm

Kontrol kekuatan sengkang dengan tulangan terpasang :

$$V_{u,b}/\phi < V_c + V_s$$

$$V_s (\text{terpasang}) = \frac{2 \times 113,097 \times 390 \times 540}{500} \\ = 95272,91 \text{ N}$$

$$153193,905 \text{ N} < 147871,471 + 95272,91 = 243144,381 \text{ N} \quad \dots\dots\dots \text{oke !}$$

Rencana akhir dipakai sengkang D12-500 mm

6.2.4. Perhitungan panjang penyaluran balok

Panjang penyaluran balok induk :

panjang penyaluran untuk tulangan tarik D19 mm :

$$L_{db} = 0,02 \times 283,5 \times \frac{390}{\sqrt{30}} = 403,77 \text{ mm}$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$L_{db} = 0,06 \times 19 \times 390 \\ = 445 \text{ mm}$$

maka di pakai $L_{db} = 450 \text{ mm}$

$$\text{Akibat tulangan atas : } l_d = 1,4 \times 450 = 630 \text{ mm}$$

Panjang penyaluran untuk tulangan tekan D19 mm :

$$L_{db} = \frac{19 \times 390}{4 \times \sqrt{30}} = 338,22 \text{ mm}$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$L_{db} = 0,04 \times 19 \times 390 \\ = 296,4 \text{ mm}$$

maka di pakai $L_{db} = 350 \text{ mm}$

Panjang penyaluran kait standar dalam tarik :

Panjang penyaluran dasar kait standar (*hook*) dari tulangan D19 mm adalah sebagai berikut :

$$L_{hd} = 100 \times \frac{19}{\sqrt{30}} = 346,89 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

panjang penyaluran *hook* :

$$\begin{aligned} L_{dh} &= 350 \times \frac{390}{400} \times 0,7 \\ &= 238,88 \text{ mm} \end{aligned}$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} L_{db} &= 8 \times 19 \\ &= 152 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka di pakai $L_{db} = 250 \text{ mm}$

Panjang penyaluran dari tulangan momen positif :

- 150 mm
- $d = 540 \text{ mm}$ menentukan !
- $12 \times 19 = 228 \text{ mm}$

Panjang penyaluran dari tulangan momen negatif :

- $d = 518 \text{ mm}$
- $12 \times 19 = 228 \text{ mm}$
- $\frac{6000}{19} = 316 \text{ mm}$ menentukan !

- Kontrol terhadap lendutan balok induk :

$$\begin{aligned} h_{min} &= \frac{6000}{21} \times \left(0,4 + \frac{390}{700} \right) \\ &= 273,47 \text{ mm} < h (600 \text{ mm}) \text{ oke !} \end{aligned}$$

- Kontrol terhadap retak balok induk :

$$Z = 234 \times \sqrt{60 + 10500}$$
$$= 24046,28 \text{ N/mm} = 24,05 \text{ MN/m} < 30 \text{ MN/m} \dots\dots\dots \text{ oke !}$$

dimana :

$$f_s = 0,06 \times 390 = 234 \text{ MPa}$$

$$d_c = 40 + 12 + 1/2 \times 16 = 60 \text{ mm}$$

$$A = \frac{2 \times 60 \times 350}{4} = 10500 \text{ MN/m}$$

m = jumlah tulangan tarik di atas = 4 batang.

6.3. Komponen struktur kolom

Dalam perencanaan kolom sebagai komponen struktur yang menerima beban lentur dan aksial tekan harus memenuhi syarat-syarat yang diatur dalam SKSNI-T-15-1991-03 pasal 3.14.4.1 sebagai berikut :

1. Dimensi penampang terpendek diukur pada satu garis lurus yang melalui titik berat penampang dan tidak boleh kurang dari 300 mm
2. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi yang tegak lurus padanya tidak boleh kurang dari 0,4
3. Rasio tinggi antar kolom terhadap dimensi penampang kolom yang terpendek tidak boleh lebih besar dari 25. Untuk kolom yang mengalami momen yang dapat berbalik tanda, rasionya tidak boleh lebih besar dari 16. Untuk kolom kantilever rasionya tidak boleh lebih dari 10.

Dalam segala hal kuat momen lentur dan aksial kolom harus diperhitungkan pula terhadap beban gempa dalam dua arah yang saling tegak lurus (100% arah yang direncanakan - 30% arah tegak lurus)

6.3.1. Perencanaan kolom terhadap beban lentur dan gaya aksial

Kuat lentur kolom portal harus dihitung berdasarkan terjadinya kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu pada kolom tersebut yaitu :

$$\Sigma M_{u,k} \geq 0,7 \omega_d \Sigma M_{kap,b} \quad \text{..... (SKSNI 3.14-1)}$$

tetapi dalam segala hal :

$$\Sigma M_{u,k} = 1,05 \Sigma \left(M_{D,K} + M_{L,K} + \frac{4,0}{K} M_{E,K} \right) \text{..... (SKSNI 3.14-2)}$$

dan :

$$M_{kap,b} = \phi_o \cdot M_{n_{ak,b}} \quad \text{..... (SKSNI 3.14-3)}$$

dimana :

$\Sigma M_{u,k}$ = jumlah momen rencana kolom pada pusat join. Kuat lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial berfaktor yang konsisten dengan arah dari gaya lateral yang ditinjau.

ω_d = adalah koefisien pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh dari terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan = 1,3

$\Sigma M_{kap/b}$ jumlah momen kapasitas balok pada pusat join yang berhubungan dengan kapasitas lentur aktual dari balok (untuk jumlah luas tulangan yang sebenarnya terpasang)

$M_{D,K}$ = momen pada kolom akibat beban mati

$M_{L,K}$ = momen pada kolom akibat beban hidup

$M_{E,K}$ = momen pada kolom akibat beban gempa dasar (tanpa faktor pengali tambahan)

K = faktor jenis struktur

ϕ_o = faktor penambahan kekuatan (*overstrength factor*). Faktor yang memperhitungkan pengaruh penambahan kekuatan maksimal dari tulangan terhadap kuat leleh yang ditetapkan diambil sebesar 1,25 untuk tulangan dengan f_y 400 MPa, 1,4 untuk f_y 400 MPa

$M_{n_{ak,b}}$ = kuat momen lentur nominal aktual balok yang dihitung terhadap luas tulangan yang sebenarnya ada pada penampang balok yang ditinjau.

Nilai $\Sigma M_{kap,b}(+)$ dan $\Sigma M_{kap,b}(-)$ dikiri dan kanan join yang dihitung bolak-balik untuk arah x dan y. Dalam hal ini dilakukan *ekstrapolasi linier* terlebih dahulu untuk menentukan nilai momen kapasitas balok pada pusat join yang dihitung dari muka join sebelah kiri maupun kanan.

$$M_{kap,b}(+) \text{ pusat join} = \frac{L_b}{L_{n,b}} \times M_{kap,b}(+) \text{ muka join}$$

$$M_{kap,b}(-) \text{ pusat join} = \frac{L_b}{L_{n,b}} \times M_{kap,b}(-) \text{ muka join}$$

dimana :

L_b = bentang balok dari as ke as balok

$L_{n,b}$ = bentang bersih dari balok yang berada disebelah kiri maupun kanan dari join yang ditinjau.

Jadi nilai $\Sigma M_{kap,b}$ disetiap lantai - i adalah :

$\Sigma M_{kap,b} = \Sigma M_{kap,b}$, yang terbesar pada pusat join

$\Sigma M_{kap,b} = \Sigma M_{kap,b}(+) + M_{kap,b}(-)$

Apabila kekuatan relatif dari unsur-unsur yang bertemu di setiap join diperhitungkan maka besarnya nilai momen rencana kolom menurut SK SNI '91 pasal 3.14.4 - 2.2 (saat gempa memukul 100 % arah X dan 30% arah Y, sebaliknya) :

$$Mu_{kx} = 0,7 \times \varpi_d \times \frac{h_n}{h} \times \alpha_k \times \left[\Sigma \frac{L_b}{L_{n,b}} \times M_{kap,x} + 0,3 \Sigma \frac{L_b}{L_{n,b}} \times M_{kap,y} \right]$$

$$Mu_{ky} = 0,7 \times \varpi_d \times \frac{h_n}{h} \times \alpha_k \times \left[0,3 \Sigma \frac{L_b}{L_{n,b}} \times M_{kap,y} + \Sigma \frac{L_b}{L_{n,b}} \times M_{kap,x} \right]$$

tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari (saat gempa memukul dengan $\alpha = 0^0$, sebaliknya):

$$Mu_{kx} = 1,05 \times \left[M_{D,x} + M_{Lr,x} + \frac{4}{K} \times \left(M_{E,x} (\alpha = 0^\circ) + 0,3 M_{E,y} (\alpha = 90^\circ) \right) \right]$$

$$Mu_{ky} = 1,05 \times \left[M_{D,y} + M_{Lr,y} + \frac{4}{K} \times \left(0,3 \times M_{E,x} (\alpha = 0^\circ) + M_{E,y} (\alpha = 90^\circ) \right) \right]$$

dimana :

0,7 = faktor reduksi kekuatan

hn = tinggi bersih kolom

ln = bentang bersih balok

ω_d = faktor pembesaran dinamis

α_k = faktor distribusi momen dari kolom yang nilainya sebanding dengan kekakuan relatif dari unsur-unsur yang bertemu pada titik itu.

Nilai faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau adalah :

$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E, \text{kolom level (i), atas}}}{M_{E, \text{kolom level (i), atas}} + M_{E, \text{kolom level (i + 1), bawah}}}$$

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E, \text{kolom level (i), bawah}}}{M_{E, \text{kolom level (i), bawah}} + M_{E, \text{kolom level (i - 1), atas}}}$$

Untuk kolom struktur daktail penuh harus direncanakan dengan gaya aksial rencana sebagai berikut (menurut SK SNI '91 pasal 3.14.4-2.3) :

$$Nu_{kx} = 0,7 \times R_v \times \left[\left(\sum \frac{M_{kab,x}}{L_b} \right) + 0,3 \left(\sum \frac{M_{kab,y}}{L_b} \right) \right] + 1,05 \times N_g$$

$$Nu_{ky} = 0,7 \times R_v \times \left[\left(\sum \frac{M_{kab,y}}{L_b} \right) + 0,3 \left(\sum \frac{M_{kab,x}}{L_b} \right) \right] + 1,05 \times N_g$$

Tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari (saat gempa memukul dengan $\alpha = 90^\circ$, sebaliknya) :

$$N_{u,k,x} = 1,05 \times \left[(N_{g,k}) + \frac{4}{K} \left(N_{E,x}(\alpha = 0^\circ) + 0,3 N_{E,x}(\alpha = 90^\circ) \right) \right]$$

$$N_{u,k,y} = 1,05 \times \left[(N_{g,k}) + \frac{4}{K} \left(N_{E,y}(\alpha = 0^\circ) + 0,3 N_{E,y}(\alpha = 90^\circ) \right) \right]$$

dimana :

R_v = faktor reduksi gaya aksial kolom

(R_v ini dipakai karena momen kapasitas balok tidak mungkin terjadi secara menyeluruh dan atau pada saat bersamaan)

R_v dapat diambil dari :

$= 1$	untuk $1 < n \leq 4$
$= 1,1 - 0,05 n$	untuk $4 < n \leq 20$
$= 0,6$	untuk $n > 20$

Penulangan lentur kolom

Rasio penulangan lentur kolom disyaratkan antara 1% dan tidak perlu lebih dari 8% dari luas bruto penampang kolom (SK SNI '91 pasal 3.3.9-1). Tulangan minimum ditujukan untuk mencegah terjadinya retak akibat rangkakan (*creep*).

Langkah-langkah perencanaan :

1. Karena "kolom *unbraced*", maka perlu dicari faktor tekuk (k)
2. Tetapkan apakah kolom termasuk kolom pendek atau kolom panjang. Peninjauan ini dilakukan pada kedua arah sumbu global. Ini sebagai langkah keamanan. Jika kolom termasuk "kolom pendek" maka tidak perlu dilakukan pembesaran momen dan sebaliknya untuk kolom panjang.
3. Momen yang didapat dari langkah kedua perlu dikontrol dengan eksentrisitas minimum.

$$\frac{M_{u,k}}{N_{u,k}} \geq 0,1 \times h$$

Kemudian dihitung momen ekuivalensi dimana momen dua arah (*biaksial*) dijadikan satu arah.

rumus yang digunakan : (Salmon persamaan 13.21.17 dan 18)

$$Moe = Mu,x + Mu,y \times \frac{b}{h} \times \frac{1 - \beta}{\beta} \rightarrow \text{untuk } Mu,x > Mu,y$$

$$Moe = Mu,x + Mu,y \times \frac{h}{b} \times \frac{1 - \beta}{\beta} \rightarrow \text{untuk } Mu,x < Mu,y$$

dimana : $\beta = 0,65$

Untuk harga ρ_{perl} dari diagram interaksi M-N empat sisi berdasarkan mutu beton dan baja tulangan yang sesuai dengan :

$$\text{- untuk sumbu ordinat : (Y) } \rightarrow K = \frac{Nu, k}{fc' \times Ag}$$

$$\text{- untuk sumbu absis : (X) } \rightarrow K = \frac{Mu, k}{fc' \times Ag \times h}$$

$$\text{Luas tulangan perlu : } As = \rho_{\text{perl}} \times Ag$$

Kontrol dengan *Bresler Resiprokal*

Salah satu teori dalam pengecekan kolom yang mengalami momen dari dua arah (*biaksial-bending*)

$$\phi P_{no} = 0,85 \times \phi \times [0,85 \times fc' \times (Ag - A_{st}) + f_y \times A_{st}]$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{A_{\text{sterpasang}}}{Ag}$$

Kekuatan penampang tekan yang memperoleh gaya aksial dan momen lentur dalam dua arah sumbu utama dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{n,b} = \frac{1}{P_{n,x} + P_{n,y} - P_{n,o}} \geq P_{n,ada}$$

dimana :

$P_{n,x}$ = gaya aksial nominal dengan eksentrisitas x

$P_{n,y}$ = gaya aksial nominal dengan eksentrisitas y

$P_{n,o}$ = kekuatan nominal tanpa eksentrisitas.

Nilai $P_{n,x}$ dan $P_{n,y}$ diperoleh dari diagram interaksi M-N non dimensi. Dengan mengetahui nilai $\frac{e_x}{h}$ dan $\frac{e_y}{h}$ terlebih dahulu didapat sumbu ordinat (nilai K) sehingga $P_{n,x}$ dan $P_{n,y}$ akan didapat dari persamaan tersebut dengan memasukkan harga K :

$$P_{n,x} = K \times A_g \times f_c'$$

$$P_{n,y} = K \times A_g \times f_c'$$

Perhitungan kelangsingan kolom :

$$k \times \frac{L_u}{r}$$

dimana :

- k = faktor tekuk
- r = radius girasi ($\sqrt{I/A}$), pada komponen struktur tekan persegi boleh diambil sama dengan $0,3 \times h$. Pada komponen struktur kolom bulat $0,25 \times d$
- L_u = tinggi bersih dari komponen struktur tekan.

Berdasarkan SKSNI '91 pasal 3.3.11.2 (1-2), komponen struktur tekan dibedakan menjadi dua :

- Struktur dengan pengaku (*Braced Frame*)

Faktor panjang efektif k harus diambil sama dengan 1, kecuali bila analisa menunjukkan bahwa suatu nilai yang lebih kecil boleh digunakan.

- Struktur tanpa pengaku (*Unbraced Frame*)

Faktor tekuk (k) harus ditentukan dengan mempertimbangkan pengaruh dari keretakan dan tulangan terhadap kekakuan relatif dengan bantuan *nomogram* (grafik alignment) dengan prosedur pemakaian grafik sebagai berikut :

$$\mu = \frac{\sum \frac{EI_c}{L \text{ kolom}}}{\sum \frac{EI_c}{L \text{ balok}}}$$

dimana :

$$EI_{\text{balok}} = 0,5 \times 4700 \times \sqrt{f_c'} \times \left(\frac{1}{12} \times b \times h^3 \right)$$

$$EI_{kolom} = \frac{\left(E_c \times \frac{1}{12} \times b \times h^3 \right) / 2,5}{1 + \beta_d}$$

$$\beta_d = \frac{1,2 D}{1,2 D + 1,6 D}$$

Faktor tekuk (k) merupakan fungsi dari :

tingkat penjepitan ujung atas (μ_A) dan tingkat penjepitan ujung bawah (μ_B)

Nilai dari faktor tekuk (k) dapat diperoleh dari nomogram dari "*Struktural Stability Research Council Guide*" dengan nilai μ_A dan μ_1

Pada perletakan Jepit (μ) = 1

Batasan perbandingan kelangsingan kolom pendek

Pengaruh kelangsingan dapat diabaikan jika memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (SKSNI-T-15-1991-03 pasal 3.3.11.4) :

a. Portal dengan pengaku (*braced*) :

$$\frac{K \times Lu}{r} < 34 - 12 \times \frac{M1b}{M2b}$$

b. Portal tanpa pengaku (*unbraced*) :

$$\frac{K \times Lu}{r} < 22$$

dengan :

$$[M1b] > [M2b]$$

$$\frac{M1b}{M2b}, \text{ bernilai positif untuk kelengkungan tunggal}$$

- Bila bidang momen lentur mempunyai momen maksimum tidak pada ujung maka nilai $\frac{M1b}{M2b}$ diambil = 1
- Juga bila pada kedua ujung tidak ada atau tidak diketahui besar momennya maka nilai $\frac{M1b}{M2b}$ diambil = 1

Perhitungan kolom panjang (bahaya tekuk)

Untuk komponen struktur tekan dimana pengaruh kelangsingan tidak boleh diabaikan dan $\frac{k \times L_u}{r} < 100$, struktur tersebut boleh diperhitungkan dengan metode pembesaran momen pada SKSNI '91 pasal 3.3.11.5 :

- Metode Pembesaran momen

a. Untuk *braced frame*

$$\text{rumus : } M_c = \delta_b \times (M_{1b} + M_{2b})$$

$$M_c = \delta_b \times M_u$$

Catatan :

Pada *braced frame* tidak perlu dipisahkan antara momen yang menimbulkan *sideway* atau tidak.

b. Untuk *unbraced frame*

$$\text{rumus : } M_c = \delta_b \times M_{2b} + \delta_s \times M_{2s}$$

dengan :

M_c = Momen rencana kolom setelah diperbesar

M_{2b} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban gravitasi

M_{2s} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping seperti beban gempa

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi \times P_c}} \geq 1,0$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum M_u}{\phi \times \sum P_c}} \geq 1,0$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \times EI}{(k \times L_n)^2}$$

C_m = faktor pembesaran momen, nilainya adalah sebagai berikut :

$$= 0,6 + \frac{0,4 \times M_{1b}}{M_{2b}} > 0,4$$

Pengertian $\sum P_c$ dan $\sum P_u$ adalah penjumlahan dari harga P_c dan P_u semua kolom dalam satu tingkat.

6.3.2. Contoh perhitungan kolom

Data kolom AS E-5

- Dimensi	= 55 x 55 cm	- Mutu beton (f_c')	= 30 MPa
- h	= 4 m	- Mutu baja (f_y)	= 390 MPa
- hn	= 3,40 m	- Tulangan Utama	= D-22
- decking	= 40 mm	- Sengkang	= D-12

Arah X :

Mkap,b (-) kiri	= 299,395 KN-m
Mkap,b (+) kiri	= 274,580 KN-m
Mkap,b (-) kanan	= 252,089 KN-m
Mkap,b (+) kanan	= 278,744 KN-m

Arah Y :

Mkap,b (-) kiri	= 440,025 KN-m
Mkap,b (+) kiri	= 267,993 KN-m
Mkap,b (-) kanan	= 440,025 KN-m
Mkap,b (+) kanan	= 267,993 KN-m

a. Momen rencana kolom

$$I_c \text{ bottom} = I_c \text{ kolom}$$

$$I_c \text{ bottom} = I_c \text{ top}$$

$$\alpha = \frac{I_c \text{ bottom} / L_c \text{ bottom}}{(I_c \text{ top} / L_c \text{ top}) + (I_c \text{ bottom} / L_c \text{ bottom})}$$

$$\alpha_{\text{atas}} = \frac{7625520833/3400}{(7625520833/3400) + (7625520833/3400)} = 0,5$$

$$\alpha_{\text{bawah}} = \frac{7625520833/3700}{(7625520833/3700)} = 1$$

Momen rencana arah X

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(x)} \text{ bawah} &= 0,7 \times 1,0 \times \frac{3,700}{4} \times 1 \times \left(\frac{6}{5,45} \times (299,395 + 278,744) \right) \\ &= 412,123 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(x)} \text{ atas} &= 0,7 \times 1,3 \times \frac{3,400}{4} \times 0,5 \times \left(\frac{6}{5,45} \times (299,395 + 278,744) \right) \\ &= 283,417 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

Momen rencana arah Y

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(x)} \text{ bawah} &= 0,7 \times 1,0 \times \frac{3,700}{4} \times 1 \times \left(\frac{6}{5,45} \times (440,025 + 267,993) \right) \\ &= 627,338 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(x)} \text{ atas} &= 0,7 \times 1,3 \times \frac{3,400}{4} \times 0,5 \times \left(\frac{6}{5,45} \times (440,025 + 267,993) \right) \\ &= 431,421 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

Kolom atas :

Gempa memukul, 100% arah X + 30% arah Y

$$\begin{aligned} \text{Mu bawah} &= \text{Mu } k(x) + 0,3 \text{ Mu } k(y) \\ &= 412,123 + (0,3 \times 627,338) = 600,324 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

Gempa memukul, 100% arah Y + 30% arah X

$$\begin{aligned} \text{Mu bawah} &= \text{Mu } k(y) + 0,3 \text{ Mu } k(x) \\ &= 627,338 + (0,3 \times 412,123) = 750,975 \text{ KN-m (menentukan)} \end{aligned}$$

Kolom bawah :

Gempa memukul, 100% arah X dan 30% arah Y

$$Mu \text{ atas} = Mu_k(x) + 0,3 Mu_k(y)$$

$$= 283,417 + (0,3 \times 431,421) = 412,843 \text{ KN-m}$$

Gempa memukul 100% arah Y + 30% arah X

$$Mu \text{ atas} = Mu_k(x) + 0,3 Mu_k(y)$$

$$= 431,421 + (0,3 \times 283,417) = 516,446 \text{ KN-m (menentukan)}$$

Keadaan di atas dari segala hal harus lebih kecil dari :

$$Mu_{k-x} = 1,05 \times (2,9 + 2,10 + 4/1 \times (47,8 + 0,3 \times 214))$$

$$= 473,970 \text{ KN-m}$$

$$Mu_{k-y} = 1,05 \times (1,2 + 0,1 + 4/1 \times (0,3 \times 47,8 + 214))$$

$$= 963,774 \text{ KN-m}$$

Jadi momen rencana kolom :

$$Mu_{k - \text{atas}} = 516,446 \text{ KN-m} < Mu_{k \text{ max} - x}$$

$$Mu_{k - \text{bawah}} = 750,925 \text{ KN-m} < Mu_{k \text{ max} - y}$$

b. Gaya aksial kolom

Arah X

$$\begin{aligned} N_{g_{\text{kolom}}} &= N_D + N_{Lr} \\ &= 599,4 + 389,4 = 988,8 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$N_{E_{\text{kolom}}} = 3 \text{ KN}$$

Arah Y

$$\begin{aligned} N_{g_{\text{kolom}}} &= N_D + N_{Lr} \\ &= 599,4 + 389,4 = 988,8 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$N_{E_{\text{kolom}}} = 1,4 \text{ KN}$$

Gaya aksial rencana arah X

$$R_v = 1,1 - 0,025 \times 6 = 0,95$$

$$\begin{aligned}
 Nu_{k-x} &= 0,7 \times 0,95 \times \left[\left(\frac{6}{5,45} \right) \left(\frac{299,395 + 274,580}{5,45} \right) + \left(\frac{252,089 + 278,744}{5,45} \right) \right] \\
 &\quad + 1,05 \times 988,80 \\
 &= 1196,455 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Gaya aksial rencana arah Y (gempa memukul 100% arah Y dan 30% arah X) :

$$\begin{aligned}
 Nu_{k-y} &= 0,7 \times 0,95 \times \left[\left(\frac{6}{5,45} \right) \left(\frac{440,025 + 267,993}{5,45} \right) + \left(\frac{440,025 + 267,993}{5,45} \right) \right] \\
 &\quad + 1,05 \times 988,8 \\
 &= 1279,077 \text{ K}
 \end{aligned}$$

Gempa memukul 100 % arah X + 30 % arah Y

$$\begin{aligned}
 Nux &= Nu_{k(x)} + 0,3 Nu_{k(y)} \\
 &= 1196,455 + (0,3 \times 1279,077) = 1580,178 \text{ KN-m}
 \end{aligned}$$

Gempa memukul 100 % arah Y + 30 % arah X

$$\begin{aligned}
 Nux &= Nu_{k(y)} + 0,3 Nu_{k(x)} \\
 &= 1279,077 + (0,3 \times 1196,455) = 1638,013 \text{ KN-m}
 \end{aligned}$$

Keadaan di atas dari segala hal harus lebih kecil dari :

$$\begin{aligned}
 Nu_{k-x} &= 1,05 \times [988,8 + 4/1 \times (3 + 0,3 \times 1,4)] \\
 &= 1052,600 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Nu_{k-y} &= 1,05 \times [988,8 + 4/1 \times (0,3 \times 3 + 1,4)] \\
 &= 1039,805 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Jadi gaya aksial rencana kolom :

$$Nu_{k-x} \text{ atas} = 1052,600 \text{ KN-m} < Nu_{k \text{ max} - x}$$

$$Nu_{k-y} \text{ atas} = 1039,805 \text{ KN-m} < Nu_{k \text{ max} - y}$$

c. Penulangan lentur kolom

- Ukuran kolom = 55 x 55 cm

- Mutu beton K-300, $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- Mutu baja tulangan U 39, $f_y = 390 \text{ MPa}$
- Decking = 40 mm
- Tulangan utama = D-22
- Tulangan sengkang = D-12
- $d' = 40 + 12 + 22/2 = 63 \text{ mm}$
- $d = 550 - 63 = 487 \text{ mm}$

Jenis kolom pada gedung ini adalah "*brace frame*", karena struktur memiliki *shearwall* sebagai pengaku, oleh sebab itu tidak perlu adanya pemisahan antara momen yang menentukan goyangan (M1b) atau (M2b) cukup M2.

- Cek perbandingan kelangsingan :

$$\begin{aligned}
 k &= 1 && \text{..... SK SNI '91 pasal 3.3.11.2.(1)} \\
 L_n &= 340 \text{ cm} \\
 r &= 0,3 \times h = 0,3 \times 55 \\
 &= 16,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k \times \frac{L_n}{r} &= 1 \times \frac{340}{16,5} \\
 &= 20,61
 \end{aligned}$$

Batasan kolom pendek :

$$\begin{aligned}
 k \times \frac{L_n}{r} &\leq 34 - 12 \times \frac{M1b}{M2b} \\
 &\leq 34 - 12 \times 1 \\
 20,61 &\leq 22 \rightarrow \text{Kolom pendek}
 \end{aligned}$$

Karena termasuk kolom pendek jadi tidak ada bahaya tekuk.

- Rencana tulangan perlu kolom

$$M_u = 542,934 \text{ KN-m}$$

$$P_u = 1052,604 \text{ KN}$$

$$K_x = \frac{M_u}{\phi \times A_g \times h} = \frac{542934000}{0,7 \times 550^2 \times 550} = 5,439 \text{ MPa}$$

$$K_y = \frac{P_u}{\phi \times A_g} = \frac{1052604}{0,7 \times 600^2} = 5,799 \text{ MPa}$$

Dari diagram interaksi M - N non dimensi didapat nilai $\rho = 0,025$

$$A_s = \rho \times A_g$$

$$= 0,025 \times 550^2$$

$$= 7563 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{pakai tulangan 20 D22 (} A_s = 7600 \text{ mm}^2 \text{)}$$

6.3.3. Perencanaan kolom terhadap geser

a. Gaya geser rencana kolom

Gaya geser rencana V_u harus ditentukan berdasarkan persamaan berikut (SK

SNI '91 pasal 3.14.7-1.2) :

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,ka} + M_{u,kb}}{h_n}$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,k} = 1,05 \times (V_{D,k} + V_{L,k} + 4/1 \times V_{E,k})$$

dimana :

$M_{u,ka}$ = Momen rencana kolom pada ujung atas kolom pada bidang muka balok

$M_{u,kb}$ = Momen rencana kolom pada ujung bawah kolom pada bidang muka balok

h_n = tinggi bersih dari kolom yang ditinjau.

Akan tetapi pada lantai dasar dan lantai paling atas yang memperbolehkan terjadinya sendi plastis pada kolom, gaya geser rencana kolom dihitung berdasarkan momen kapasitas dari kolom.

$$V_{u,k} \text{ (lantai dasar)} = \frac{M_{u,ka} \text{ lantai 1} + M_{kap,k} \text{ lantai 1}}{h_n}$$

$$V_{u,k} \text{ (lantai atas)} = \frac{1}{h_n} \times (2 \times M_{kap,k} \text{ lantai atas})$$

b. Konsep geser nominal

$$V_n = V_c + V_s = \frac{V_{u,k}}{\phi}$$

SK SNI '91 Pasal 3.14.7-2.2.1 menjelaskan bahwa asumsi nilai $V_c = 0$ untuk lokasi berpotensi sendi plastis. Untuk daerah diluar sendi plastis kontribusi V_c tetap diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14 \times A_g} \right) \times \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d \quad \dots \dots \dots \text{SK SNI '91 3.4.3-1.2}$$

dengan :

N_u = gaya aksial minimum yang terjadi pada kolom yang ditinjau.

Kuat geser yang dipikul tulangan geser :

$$V_s = V_n - V_c$$

c. Tulangan transversal

Pada SK SNI '91 pasal 3.14.4-4.2 menjelaskan bahwa tulangan transversal pada daerah sendi plastis potensial harus dipasang dengan spasi tidak melebihi :

- a. dimensi kolom terkecil
- b. 8 kali diameter tulangan memanjang
- c. 100 mm.

Pada SK SNI '91 pasal 3.14.4-4.4 menjelaskan bahwa tulangan transversal ini dipasang sepanjang l_o dari muka yang ditinjau. Panjang l_o tidak boleh kurang dari :

- a. Tinggi komponen dimensi struktur untuk :
 $N_{u,k} \leq 0,3 \times A_g \times f_c'$
- b. 1,5 kali tinggi komponen dimensi struktur untuk :
 $N_{u,k} > 0,3 \times A_g \times f_c'$
- c. bentang bersih dari komponen struktur.
- d. 450 mm

d. Mencari momen nominal aktual

Cara perhitungan momen nominal aktual untuk kolom ataupun momen kapasitas kolom adalah sama dengan perhitungan momen kapasitas untuk balok induk.

Contoh perhitungan tulangan geser :

$$\begin{aligned} V_{u,k} &= \frac{M_{u,ka} + M_{kap,kb}}{l_n} \\ &= \frac{422,6592 + 347,318}{3,70} \\ &= 208,102 \text{ KN} \end{aligned}$$

tidak boleh melebihi :

$$\begin{aligned} V_{u,k \text{ max}} &= 1,05 \times (9000 + 5000 + 4/1 \times (16100 + 0,3 \times 38900)) \\ &= 118104 \text{ N} \end{aligned}$$

V_u yang dipakai = 118104 N

Penulangan geser kolom lantai dasar :

- Untuk daerah plastis :

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} = \frac{118104}{0,65} = 181698,462 \text{ N}$$

$$S = \frac{2 \times 113,097 \times 390 \times 537}{181698,462} = 260,717 \text{ mm} < (8 \times 22 = 176 \text{ mm}) \dots\dots \text{oke}$$

dipakai tulangan sengkang D12 - 170 mm

- Untuk luar daerah plastis :

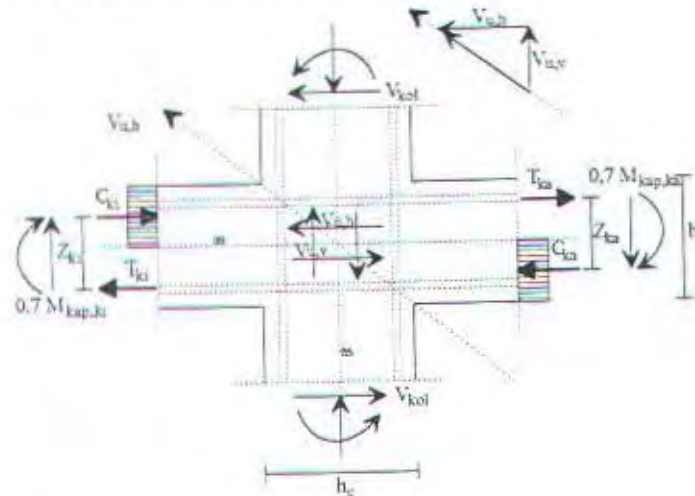
Dengan memperhitungkan geser beton :

$$\begin{aligned} V_c &= \left(\frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times \left(1 + \frac{1588822}{14 \times 600^2} \right) \right) \times 600 \times 537 \\ &= 386848,34 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s = 181698,462 - 386848,337 = -205149,875 \text{ N}$$

Tulangan dipasang tulangan geser praktis

6.4. Perencanaan pertemuan balok dan kolom



Contoh perhitungan :

- data balok :

$$\begin{aligned} \text{dimensi balok : } b &= 300 \text{ mm} & L_{ka} = L_{ki} &= 6,0 \text{ m} \\ h &= 600 \text{ mm} & L_{n,ka} = L_{n,ki} &= 5,45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Z_{ki-x,y} = Z_{ka-x,y} = d - d' = 537 - 63 = 474 \text{ mm}$$

Arah X

$$\begin{aligned} C_{ki} = T_{ki} &= 0,7 \times \frac{M_{kap,ki}}{Z_{ki}} \\ &= 0,7 \times \frac{294,395}{0,474} = 430,342 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{ka} = T_{ka} &= 0,7 \times \frac{M_{kap,ka}}{Z_{ka}} \\ &= 0,7 \times \frac{278,744}{0,474} = 400,659 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{l_{ki}}{l_{ki,n}} M_{kap,ki} + \frac{l_{ki}}{l_{ki,n}} M_{kap,ka} \right)}{0,5 (h_{k,a} + h_{k,b})}$$

$$= \frac{0,7 \times \left(\frac{6}{5,4} \times 299,395 + \frac{6}{5,4} \times 278,744 \right)}{0,5 \times (4 + 4)} = 111,292 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} V_{jh-x} &= C_{ki} + C_{ka} - V_{kol-x} \\ &= 430,342 + 400,659 - 111,292 = 719,709 \text{ KN} \end{aligned}$$

Arah Y

$$\begin{aligned} C_{ki} = T_{ki} &= 0,7 \times \frac{M_{kap, ki}}{Z_{ki}} \\ &= 0,7 \times \frac{440,025}{0,474} = 632,479 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{ka} = T_{ka} &= 0,7 \times \frac{M_{kap, ka}}{Z_{ka}} \\ &= 0,7 \times \frac{440,025}{0,474} = 632,479 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{6,0}{5,45} \times 440,025 + \frac{6,0}{5,45} \times 440,025 \right)}{0,5 (4 + 4)} = 169,410 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} V_{jh-y} &= C_{ki} + C_{ka} - V_{kol-y} \\ &= 632,479 + 632,479 - 169,410 = 1059,549 \text{ KN} \end{aligned}$$

Karena $V_{jh,x} < V_{jh,y}$ maka diambil $V_{jh,y}$

$$V_{jv} = \frac{b_j}{h_c} \times V_{jh} = \frac{600}{550} \times 1059,549 = 1155,872 \text{ K}$$

Kontrol tegangan yang terjadi

$$\begin{aligned} v_{jh} &= \frac{V_{jh}}{b_j \times h_c} \leq 1,5 \times \sqrt{f_c'} \\ &= \frac{1059549}{600 \times 550} = 3,21 \text{ MPa} \leq 1,5 \times \sqrt{30} = 8,21 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{oke !} \end{aligned}$$

Penulangan geser join balok kolom :

$$N_{u,k} = 1052,604 \text{ KN}$$

$$\frac{N_{u,k}}{A_g} = \frac{1052604}{550 \times 550} = 3,480 \text{ MPa} > 0,1 \times 30 = 3,00 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{oke !}$$

a. Perhitungan tulangan geser horisontal

$$\begin{aligned} V_{ch} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{\left(\frac{N_{u,k}}{A_g} - 0,1 \times f_c' \right)} \times b_j \times h_c \\ &= \frac{2}{3} \times \sqrt{\left(\frac{1052604}{550 \times 550} - 0,1 \times 30 \right)} \times 550 \times 550 = 139672,570 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{sh} &= V_{jh} - V_{ch} \\ &= 1059549 - 139672,570 = 919876,43 \text{ N} \end{aligned}$$

$$A_{jh} = \frac{V_{sh}}{f_y} = \frac{919876,43}{390} = 2358,66 \text{ mm}^2$$

digunakan sengkang D12, $A_{st} = 113,097 \text{ mm}^2$

Rencana dipakai sengkang rangkap 4, tulangan D12 ($A_s \text{ ada} = 452,4 \text{ mm}^2$)

Jumlah lapis sengkang (n) :

$$n = \frac{2358,66}{425,4} = 5,21 \approx 6 \text{ lapis}$$

b. Tulangan geser vertikal

$$\begin{aligned} V_{cv} &= V_{jh} \times \left(0,6 + \frac{N_{u,k}}{f_c' \times A_g} \right) \\ &= 1059549 \times \left(0,6 + \frac{105604}{30 \times 550 \times 550} \right) \\ &= 648059,165 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{sv} &= V_{jh} - V_{cv} \\ &= 1059549 - 648059,165 = 411489,8355 \text{ N} \end{aligned}$$

$$A_{jh} = \frac{V_{sh}}{f_y} = \frac{411489,8355}{390} = 1055,102 \text{ mm}^2$$

digunakan sengkang D12, $A_{st} = 113,097 \text{ mm}^2$

Rencana dipakai sengkang rangkap 4, tulangan D12 ($A_s \text{ ada} = 452,4 \text{ mm}^2$)

Jumlah lapis sengkang (n) :

$$n = \frac{1055,102}{452,4} = 2,33 \approx 3 \text{ lapis}$$

6.5. Perencanaan dinding geser

6.5.1. Umum

Shearwall dalam gedung berguna untuk menahan gaya geser dan momen-momen yang terjadi akibat gaya lateral. Perancangan *shearwall* berdasarkan SK SNI '91 bab 3.3 sebagai struktur pemikul beban lentur dan aksial serta sebagai struktur dinding. Semua *shearwall* harus dirancang berdasarkan ketentuan yang berlaku kecuali bila resultan dari seluruh beban berfaktor terletak di dalam daerah segitiga, tebal dinding dapat dirancang dengan metode perancangan empirik (SK SNI '91 pasal 3.7.5.1).

6.5.2. Kuat beban aksial rancang

Kuat beban aksial rancang ϕP_{nw} berdasarkan SKSNI '91 pasal 3.7.5.2 pers. 3.7.1 :

$$\phi P_{nw} = 0,55 \times \phi \times f_c' \times A_g \times \left(1 - \left(\frac{k \times L_c}{32 \times h} \right)^2 \right)$$

dimana :

$$\phi = 0,70$$

$$k = 0,8 \text{ (dikekang pada salah satu ujungnya)}$$

L_e = jarak vertikal antara dua tumpuan

$$h = \text{tebal dinding}$$

6.5.3. Perencanaan kekuatan lentur *shearwall* tinggi

Penulangan lentur pada dinding geser (*shearwall*) ini diberikan pada ujung-ujung dinding geser dengan memberi penebalan tulangan di daerah ujung dinding geser, ini dimaksudkan untuk menjamin daktilitas dan kekuatan

Kekuatan lentur dinding geser :

$$M_u = 0,5 \times A_s \times f_y \times L_w \times \left(1 + \frac{N_u}{A_s \times f_y}\right) \times \left(1 - \frac{c}{L_w}\right)$$

atau

$$M_n = A_s \times f_y \times L$$

setelah ditaksir A_s dan t , maka :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \rightarrow L = L_w - \frac{t+a}{2}$$



Gambar 6-3. Rencana penulangan lentur *shearwall*

6.5.4. Perencanaan kuat geser

bila, $\frac{P_u}{A_g} < 0,2 \times f_c' \rightarrow$ dan di sendi plastis kontribusi beton diabaikan dan dipasang tulangan horisontal $\rightarrow 0,25 \%$

Kuat geser rencana bagi dinding geser pada penampang dasar sehubungan dengan adanya pembesaran dinamis :

$$V_{u,d \max} = \omega_d \times 0,7 \times \frac{M_{kap,d}}{M_{E,d \max}} \times V_{E, \max} \quad (\text{SK SNI 3.14.7 butir 3})$$

di sendi plastis :

$$V = \frac{V_n}{b \times d}$$

$$\text{perlu tulangan } A_s \text{ horisontal} = \frac{V_n \times b_w \times S}{f_y}$$

- kuat geser yang disumbangkan oleh beton :

Perencanaan geser harus dilakukan berdasarkan SK SNI '91 pasal 4.10, dimana dinyatakan bahwa :

- Kuat geser V_n pada sebarang penampang horisontal terhadap geser bidang dinding tidak boleh lebih besar dari $\left(\frac{5}{6} \times \sqrt{f_c'} \times h \times d\right)$

- Untuk kuat geser V_c diambil dari nilai terkecil dari persamaan di bawah ini (SK SNI '91 pasal 3.4.10.6) :

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{4} \right) \times h \times d + \frac{N_u \times d}{4 \times l_w}$$

atau

$$V_c = \left(\left(\frac{\sqrt{f_c'}}{2} + \frac{l_w \left(\sqrt{f_c'} + 2 \left(\frac{N_u}{l_w h} \right) \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) \div 10 \right) \times h \times$$

dimana :

l_w = panjang horisontal dinding

$d = 0,8 l_w$ (SK SNI '91 pasal 3.4.10.4)

tidak berlaku jika $\left(\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} \right)$ bernilai negatif, sedangkan V_c sendiri tidak boleh lebih dari $\left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times h \times d$ (SK SNI '91 pasal 3.4.10.5)

- Rasio tulangan geser horisontal (ρ_h) tidak boleh kurang dari 0,0025 dengan spasi (s_2) tidak boleh lebih dari $\frac{l_w}{5}$ atau 500 mm. (SK SNI '91 pasal 3)
 - Rasio tulangan geser vertikal terhadap luas bruto penampang horisontal beton tidak boleh kurang dari ρ_v . (SK SNI '91 pasal 3.4.10.9.4)
- $$\rho_v = 0,0025 + 0,5 \left(2,5 - \frac{h_w}{l_w} \right) \times (\rho_v - 0,0025) \quad (\text{SK SNI '91 pasal 3.4.10.5})$$
- ataupun 0,0025 tetapi tidak harus lebih besar dari tulangan perlu dengan spasi (s_1) tidak boleh lebih dari $\frac{l_w}{3}$, $3h$ atau 500 mm.

Selain itu perlu diperhatikan syarat-syarat penulangan untuk struktur dengan tingkat daktilitas penuh.

Syarat-syarat penulangan pada dinding geser :

1. Dalam segala hal tidak boleh kurang dari persyaratan untuk struktur tingkat daktilitas
2. Dimensi tulangan $< \frac{1}{10} d$
3. Untuk dinding dengan tebal $d \geq 200$ mm, maka di setiap arah harus di pasang 2 lapis tulangan. (SK SNI '91 pasal 3.14.9.7.2b)

Persyaratan di atas bertujuan untuk :

- Melindungi kerusakan beton akibat adanya beban tertukar terutama pada keadaan *inelastic*.
- Mengendalikan lebar retak yang akan timbul pada dinding karena penyebaran tulangan lebih merata sepanjang dan setinggi segitiga dinding tersebut.

4. Jarak antar tulangan vertikal

≤ 200 mm, dalam daerah ujung

≤ 300 mm, diluar daerah ujung

(SK SNI '91 pasal 3.14.9.7.3f)

5. Jarak antar tulangan horisontal

≤ 200 mm, untuk daerah ujung

$\leq 3 d$ atau

$\leq \frac{ld}{5}$ atau

≤ 450 mm, untuk daerah luar ujung (ambil yang terkecil) (SK SNI '91 pasal 3.14.9.7.3h)

Keterangan :

panjang daerah ujung adalah :

- ld

- $\frac{hd}{6}$, maksimum $2 ld$

dari ketiga syarat tersebut ambil yang terbesar (SK SNI '91 pasal 3.14.9.7.3i)

Sehingga bila dalam perhitungan tidak memenuhi syarat seperti tersebut di atas maka penulangannya harus mengikuti syarat-syaratnya.

Dinding geser dirancang sedemikian rupa sehingga memenuhi batasan-batasan dari Standart Beton 1991, dimana daya dukung aksial dinding ditentukan dengan metoda perencanaan empirik.

6.5.5. Contoh perhitungan penulangan dinding geser :

Langkah-langkah perhitungan penulangan dinding geser dilakukan sebagai berikut :

$$P_u = 191444 \text{ N}$$

$$V_u = 12788 \text{ N}$$

$$V_B = 177640 \text{ N}$$

$$M_u = 148190 \text{ N-m}$$

$$M_E = 116470 \text{ N-m}$$

Kuat beban aksial dinding geser :

$$\begin{aligned} \phi P_{nw} &= 0,55 \times 0,7 \times 30 \times 300 \times 3000 \times \left[1 - \left(\frac{0,8 \times 4000}{32 \times 300} \right)^2 \right] \\ &= 9240000 \text{ N} > 191444 \text{ N} \quad \dots\dots\dots \text{oke !} \end{aligned}$$

- Penulangan lentur dinding geser

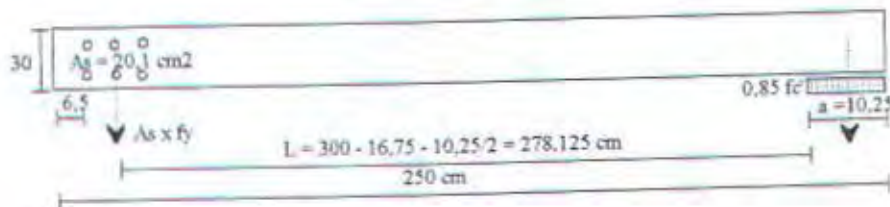
$$M_u = 148190 \text{ N-m}$$

$$M_n = \frac{148190}{0,8} = 185237,5 \text{ N-m}$$

Pendekatan pertama : misalkan $L = 250 \text{ cm}$

$$A_v = \frac{185237,5 \times 10^2}{3900 \times 200} = 18,994 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{dipakai tulangan } 10 \text{ D16} = 20,1 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{20,1 \times 390}{0,85 \times 30 \times 30} = 10,25 \text{ cm}$$



$$\begin{aligned} M_{n_{akt}} &= 20,10 \times 3900 \times 2,7815 \\ &= 218041,785 \text{ kg-m} \approx 2180417,85 \text{ N-m} > 185237,5 \text{ N-m} \quad \dots\dots\dots \text{oke !} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{kap,d} &= 218041,785 \times 1,25 \\ &= 272552,2313 \text{ N-m} \end{aligned}$$

- Penulangan geser horisontal

Kuat geser yang disediakan beton :

sebagai pendekatan d diambil = 2400 mm

$$V_c = \frac{\sqrt{30}}{4} \times 300 \times 2400 + \frac{191444 \times 2400}{4 \times 3000}$$

$$= 1024189,404 \text{ N}$$

atau :

$$V_c = \left[\frac{\sqrt{30}}{2} + \frac{3000 \times \left(\sqrt{30} + 2 \times \frac{191444}{3000 \times 300} \right)}{\frac{148190}{12788} - \frac{3000}{2}} \right]$$

Persamaan tersebut tidak berlaku bila :

bernilai negatif, $\frac{148190}{112788} - \frac{3000}{2} = -1498,84$ (nilai negatif)

atau

Nilai V_c tidak boleh lebih besar dari :

$$V_c = 5/6 \times \sqrt{30} \times 300 \times 2400$$

$$= 3286335,345 \text{ N} > 1024189,404 \text{ N} \quad \dots\dots\dots \text{oke!}$$

Penampang beton cukup kuat untuk menahan gaya geser maka cukup digunakan tulangan minimum (2D10, $A_s = 1,57 \text{ cm}^2$)

Beban geser maksimum pada dasar dinding geser :

$$V_{u,d \text{ maks}} = 1,3 \times 0,7 \times \frac{272552,2313}{116470} \times 17764$$

$$= 37828,386 \text{ N}$$

$$V = \frac{37828,386}{30 \times 240} = 5,254 \text{ kg/m}^2$$

jarak maksimum tulangan horisontal diambil = 20 cm

Luas tulangan horisontal :

$$A_{s \text{ horisontal}} = \frac{5,254 \times 30 \times 20}{390} = 0,108 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{diambil tulangan horisontal}$$

berlapis dua (2 D10 = $1,58 \text{ cm}^2$), dipasang setinggi L_w

Jadi digunakan tulangan horisontal D10-200

- Penulangan geser vertikal

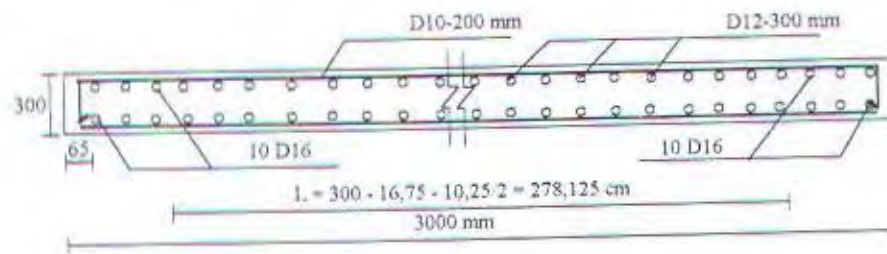
Rasio ρ_n dari tulangan geser vertikal terhadap luas bruto penampang horisontal beton tidak boleh kurang dari 0,0025 :

$$\rho_n = 0,0025 + 0,5 \times \left(2,5 - \frac{4000}{3000} \right) \times (0,0011 - 0,0025) \rightarrow \text{karena nilai kecil,}$$

maka :

$$A_s \text{ vertikal} = 0,0025 \times 300 \times 2400 = 1800 \text{ mm}^2$$

Jadi digunakan tulangan horisontal 2 lapis D12-300 ($A_s \text{ ada} = 1809,6$)



Gambar 6-4. Sket rencana penulangan dinding geser



BAB VII
PERENCANAAN PONDASI

BAB VII

PERENCANAAN PONDASI

7.1. Metode Analisa

Perencanaan pondasi yang akan dibahas dalam bab ini meliputi : perencanaan jumlah tiang pancang yang diperlukan, perencanaan poer (*pile cap*) dan perencanaan sloof (*tie beam*). Dalam perencanaan pondasi terdapat dua jenis pondasi yang umum dipakai, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal dipakai untuk struktur dengan beban yang relatif kecil. Untuk struktur dengan beban yang besar seperti gedung yang berlantai banyak tidak cukup dengan memakai pondasi dangkal, melainkan harus memakai pondasi dalam.

Pondasi pada gedung ini direncanakan dengan menggunakan pondasi tiang pancang produksi dari PT. WIJAYA KARYA (WIKA). Dalam perencanaan jumlah tiang pancang yang diperlukan akan digunakan data tanah hasil uji dari *Standard Penetration Test* (SPT) dan Sondir.

7.2. Data Tanah

Data-data tanah pada perencanaan pondasi ini diambil sesuai dengan penyelidikan tanah di lapangan. Adapun data yang telah tersedia di lapangan meliputi : data penyelidikan tanah hasil uji SPT. Dengan demikian dapat diketahui jenis tanah yang ada dan jumlah pukulan pada hammer (SPT), jumlah hambatan pelekut dan harga conus (Sondir).

7.3. Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Dalam perencanaan jumlah pondasi tiang pancang sangat dipengaruhi oleh besarnya beban yang akan disalurkan ke pondasi dan daya dukung pondasi. Daya dukung pada pondasi tiang pancang ditentukan oleh dua hal yakni daya dukung desak pada ujung tiang dan pengaruh lekatan pada luas permukaan tiang dimana untuk keadaan tanah lempung yang sangat kohesif, pengaruh lekatan lebih dominan dari pengaruh daya dukung ujung tiang.

7.3.1 Daya dukung tiang

Daya dukung suatu tiang harus ditinjau berdasarkan kekuatan bahan dan kekuatan tanah tempat pondasi ditanam. Hasil daya dukung yang menentukan yang dipakai sebagai daya dukung ijin tiang.

Perhitungan daya dukung tiang pancang dilakukan dengan cara, yaitu :

- Hasil uji SPT (*Standard Penetration Test*).
- Hasil uji sondir.
- Hasil perhitungan dari mutu bahan tiang pancang tersebut

Perhitungan daya dukung ditinjau dari 2 keadaan, yaitu :

- Daya dukung tiang pancang tunggal yang berdiri sendiri.
- Daya dukung tiang pancang dalam kelompok.

7.3.2 Daya dukung tiang pancang

Daya dukung suatu tiang harus ditinjau berdasarkan kekuatan bahan dan kekuatan dukung tanah tempat tiang ditanam. Hasil daya dukung yang menentukan yang dipakai sebagai daya dukung ijin tiang.

a). Berdasarkan hasil uji SPT (*Standard Penetration Test*).

Menurut Meyerhof :

$$Q_{ad} = \frac{Q_a}{SF} + \frac{Q_f}{SF} \rightarrow \text{Safety faktor} < 3$$

$$N' = 15 + 0,5 \times (N - 15)$$

$$Q_a = 4 \times N \times A$$

$$Q_f = \frac{\pi \times \phi \times h_i}{k} \times N_i$$

Dimana : - Q_{ad} = daya dukung tanah total (admissible) (ton)

- Q_a = daya dukung dari unsur perlawanan ujung tiang pancang (ton)

- Q_f = daya dukung dari unsur lekatan tanah (kg)

- N = harga SPT di ujung bawah tiang

- N' = koreksi harga SPT akibat air tanah, bila tidak dipengaruhi air tanah

$$N' = N$$

- N_i = harga rata-rata SPT sepanjang tiang tertanam

- A = luas penampang dasar tiang pondasi (cm^2)

- D = diameter tiang pancang (m)

- h_i = kedalaman tiang pancang (m)

- k = konstanta untuk jenis tanah \rightarrow pasir = 50 dan lempung = 20

b). Hasil uji sondir

Menurut *Mayerhof*, perhitungan daya dukung tiang berdasarkan data sondir harus memperhitungkan daerah tanah yang mengalami keruntuhan geser akibat penetrasi cone yaitu pada daerah $4D$ di bawah tiang dan $4D$ di atas tiang, dimana D = diameter tiang.

Penentuan harga conus tidak diambil langsung dari harga conus di ujung, tetapi diambil rata-rata sepanjang daerah keruntuhan.

$$Q_c = C_n \text{ rata-rata ujung} \times A \text{ ujung}$$

Pengaruh lekatan tanah kohesif diperhitungkan sebagai kekuatan tambahan daya dukung tanah.

$$Q_s = O \times JHP$$

Daya dukung ultimate dari tiang yang berdiri sendiri didapat dari penjumlahan kedua di atas.

$$Q_u = Q_s + Q_c$$

Daya dukung ijin dari satu tiang yang berdiri sendiri adalah daya dukung tiang dibagi angka keamanan.

$$P_{\text{ijin 1 tiang}} = \frac{Q_p}{sf1} + \frac{Q_s}{sf2}$$

7.3.3 Daya dukung satu tiang dalam kelompok

Daya dukung satu tiang dalam kelompok didapat dari daya dukung satu tiang yang berdiri sendiri dikali dengan suatu faktor efisiensi (Eff) yang dihitung dengan rumus :

$$P = P_{\text{satu tiang berdiri sendiri}} \times \text{Eff}$$

faktor efisiensi tiang kelompok harus dihitung dengan rumus (persamaan converse-labbare) :

$$\text{Eff} = 1 - \phi \times \frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n}$$

dimana : $-\phi = \text{arc tg } (D/5)$ dalam derajat

- $D/5$ = diameter tiang dibagi jarak tiang
- m = jumlah baris tiang
- n = jumlah kolom tiang

Sehingga rumus yang dipakai :

$$P_{\text{satu tiang dalam kelompok}} = \text{Eff} \times P_{\text{satu tiang bebas}}$$

Semua persamaan tentang efisiensi tiang pancang dalam kelompok berlaku untuk tiang pancang gesekan. Apabila dipergunakan tiang pancang dengan daya dukung ujung (end-bearing pile) tidak perlu dilakukan efisiensi tiang pancang dalam kelompok, tetapi pada jarak spasi antara minimal $2D$ sampai $3D$ perlu dilakukan efisiensi...

Beban maksimum pada tiang akibat aksial dan momen

$$P_{\text{maks}} = \frac{\sum P_u}{n} + \frac{M_x \cdot X_{\text{maks}}}{\sum X^2} + \frac{M_y \cdot Y_{\text{maks}}}{\sum Y^2} \leq P_1 \text{ tiang dlm kelompok}$$

dimana :

P_1 = Daya dukung ijin 1 tiang dalam kelompok

P_{maks} = Beban maksimum 1 tiang pancang

$\sum P_u$ = Jumlah total beban aksial

M_x = Momen yang terjadi pada arah X

M_y = Momen yang terjadi pada arah Y

X_{maks} = Absis terjauh terhadap titik berat kelompok tiang

Y_{maks} = Ordinat terjauh terhadap titik berat kelompok tiang

$\sum X^2$ = Jumlah dari kuadrat absis tiap tiang

$\sum Y^2$ = Jumlah dari kuadrat ordinat tiap tiang

Kontrol tiang terhadap gaya lateral (Horizontal)

Tiang pancang harus mampu menerima gaya tekan aksial dan momen akibat gaya horizontal dengan cara mengubah gaya horizontal menjadi momen tambahan yang bekerja pada tiang pancang. Momen yang terjadi akibat gaya horizontal ini harus dicek terhadap kekuatan bending dari tiang pancang yang digunakan untuk mendapatkan momen akibat gaya horizontal ini, dapat digunakan rumus-rumus yang terdapat pada Pedoman Perencanaan Untuk Beton Bertulang dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung tahun 1983 (PPUBBSTBG '83).

PPUBBSTBG '83 menyebutkan bahwa tiang pancang dapat dibedakan antara tiang pendek dan tiang panjang. Tiang disebut tiang panjang jika panjang tiang yang ada lebih dari panjang penunjang, yaitu panjang yang diperlukan oleh tiang untuk menyalurkan momen luar M dan beban horizontal H akibat beban kerja dari atas tiang ke tanah sekelilingnya tanpa melampaui tegangan lateral yang diijinkan.

Panjang penunjang L dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L = 1,68 \times \left(\sqrt[3]{\frac{M_o}{R}} \right)$$

atau dapat ditentukan dengan menggunakan grafik pada gambar B-2 (khusus untuk tiang pendek) buku Pedoman Perencanaan Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983, dimana :

L = panjang penunjang tiang

M_o = Momen luar pada ujung tiang dalam kg-m/m

R = tegangan tanah lateral yang diijinkan

= 3500 kg/cm/m (untuk tanah lanau berpasir)

kategori tiang panjang : panjang tiang > L_2

dimana :

$$L_2 = 2,2 L_1$$

$$L_1 = f + 1,5D$$

$$f = \frac{H}{9 \times cr \times D}$$

L_1 = kedalaman dimana momen lentur adalah maksimum

L_2 = kedalaman dimana momen lentur adalah nol

Perencanaan Daya dukung pondasi

Data tanah yang untuk perencanaan daya dukung didapatkan dari hasil SPT, uji sondir dan pengujian di laboratorium. Pondasi direncanakan menggunakan tiang pancang dengan diameter 400 mm dengan kedalaman ± 16 meter dari lantai dasar, dengan ujung sampai pada tanah keras $q_c \geq 150 \text{ kg/cm}^2$ atau nilai SPT ≥ 30 (End Bearing Pile).

Data perencanaan :

- Data tanah terlampir

- Dimensi tiang pancang $\phi 400$ mm, panjang tiang 16 meter

Perencanaan daya dukung berdasarkan pada data SPT

Data tanah terlampir

Luas penampang dasar (A) = 1256 cm^2

Kedalaman tiang = 16 meter

$$\text{Faktor keamanan} = 2$$

$$\text{Nilai SPT (N) di ujung tiang} = 41$$

Terzhagi dan pede memberikan koreksi pada nilai N (Nilai N > 15) yang berada di bawah muka air dengan perumusan sebagai berikut :

$$N = 15 + 0,5 \times (N' - 15)$$

dimana N' adalah jumlah pukulan kenyataan di lapangan nilai N koreksi :

$$N' = 20 \rightarrow N = 17,5$$

$$N' = 22 \rightarrow N = 18,5$$

$$N' = 23 \rightarrow N = 19$$

$$N' = 31 \rightarrow N = 23$$

$$N' = 30 \rightarrow N = 22,5$$

$$N' = 33 \rightarrow N = 24$$

$$N' = 39 \rightarrow N = 27$$

$$N' = 41 \rightarrow N = 28$$

Nilai SPT rata-rata sepanjang tiang (N)

$$N = \frac{2 + \left(\frac{1}{45} \times 9\right) + 17,5 + 18,5 + 19 + 17,5 + 23 + 22,5 + 24 + 27 + 28}{19} = 10,484$$

Daya dukung menurut Meyerhof.

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= \frac{1}{SF} \times \left(4 \times N \times A + \left(\frac{\pi \times B \times D}{50} \times N \right) \right) \\ &= \frac{1}{2} \times \left(4 \times 28 \times 1256 + \left(\frac{\pi \times 40 \times 1600}{50} \times 10,484 \right) \right) \\ &= 91407,29 \text{ kg} \end{aligned}$$

Daya dukung menurut mutu bahan

$$P_{ijin} = A \times \frac{f_{ci}}{3} \times 0,67 = 1256 \times \frac{300}{3} \times 0,67 = 84,152 \text{ ton (beban tetap)}$$

Daya dukung tiang pancang dipakai (P_{ijin} dari SPT)

$$P_{ijin} = 91,407 \text{ ton} \quad (\text{untuk beban tetap})$$

sedangkan untuk beban sementara kemampuan tiang dapat dinaikkan sebesar 50% dari daya dukung untuk beban tetap.

$$P_{ijin} = 137,111 \text{ kg} \quad (\text{untuk beban sementara})$$

a). Contoh perhitungan perencanaan pondasi tiang pancang pada kolom tengah di As

C – 6 dengan data

- Untuk beban tetap (D + L)

$$\text{Momen arah x (Mx)} = 8,3 \text{ KNm} = 830 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen arah y (My)} = 0,6 \text{ KNm} = 60 \text{ kgm}$$

$$\text{Axial (P)} = 2930,8 \text{ KN} = 293080 \text{ kg}$$

- Beban $P_{maksimum}$ untuk 1 tiang pancang

$$P_{max} = \frac{\sum P}{n} + \frac{Mx \cdot X_{max}}{\sum X^2} + \frac{My \cdot Y_{max}}{\sum Y^2}$$

$$= \frac{293080}{6} + \frac{830 \times 0,8}{4 \times 0,8^2} + \frac{60 \times 0,8}{6 \times 0,8^2}$$

$$= 48846,67 + 259,375 + 12,5$$

$$= 49118,542 \text{ kg} < P_{ijin} = 91407 \times 0,655 = 59871,50 \text{ kg} \dots\dots \text{Oke}$$

- Untuk beban sementara (D + L + E)

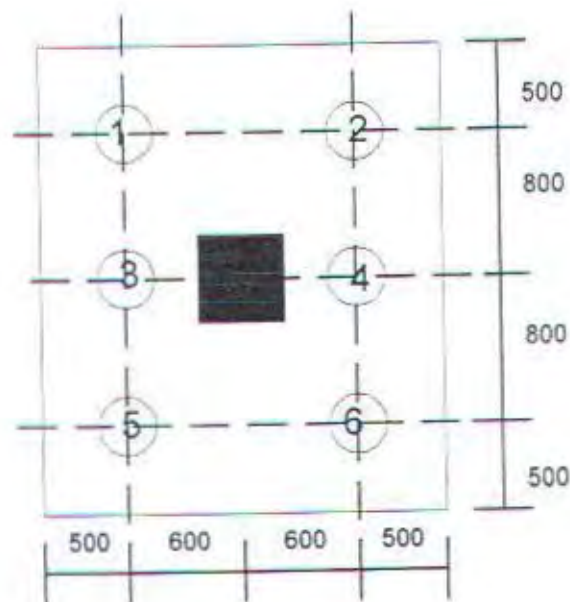
Momen arah x (M_x) = 17,69 KNm = 1769 kgm

Momen arah y (M_y) = 6,04 KNm = 604 kgm

Axial (P) = 2970,6 KN = 297060 kg

- Beban P_{maksimum} untuk 1 tiang pancang

$$\begin{aligned}
 P_{\text{max}} &= \frac{\sum P}{n} + \frac{M_x \cdot X_{\text{max}}}{\sum X^2} + \frac{M_y \cdot Y_{\text{max}}}{\sum Y^2} \\
 &= \frac{297060}{6} + \frac{1769 \times 0,8}{4 \times 0,8^2} + \frac{604 \times 0,6}{6 \times 0,6^2} \\
 &= 49510 + 552,813 + 167,780 \\
 &= 50230,60 \text{ kg} < P_{\text{ijin}} = 137111 \times 0,655 = 89807 \text{ kg} \dots\dots \text{Oke}
 \end{aligned}$$



- Efisiensi dari kelompok tiang pancang

$$\text{Eff} = 1 - \text{arc tg} \left(\frac{D}{5} \right) \times \frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n}$$

$$= 1 - \arctan \left(\frac{0,4}{0,8} \right) \times \frac{(2-1) \times 3 + (3-1) \times 2}{90 \times 3 \times 2}$$

$$= 0,655$$

b). Contoh perhitungan perencanaan pondasi pinggir As I – 5 dengan data

• Beban tetap (D + L)

$$\text{Momen arah x (Mx)} = 36,2 \text{ KNm} = 3620 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen arah y (My)} = 0,2 \text{ KNm} = 20 \text{ kgm}$$

$$\text{Axial} = 1816,7 \text{ KN} = 181670 \text{ kg}$$

- Beban P_{maksimum} untuk 1 tiang pancang

$$P_{\text{max}} = \frac{\sum P}{n} + \frac{M_x \cdot X_{\text{max}}}{\sum X^2} + \frac{M_y \cdot Y_{\text{max}}}{\sum Y^2}$$

$$= \frac{181670}{4} + \frac{3620 \times 0,6}{4 \times 0,6^2} + \frac{20 \times 0,6}{4 \times 0,6^2}$$

$$= 45417,50 + 1508,33 + 8,33$$

$$= 46934,163 \text{ kg} < P_{\text{ijin}} = 0,625 \times 84152 = 52595 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Oke}$$

• Beban sementara (D + L + E)

$$\text{Momen arah x (Mx)} = 44,69 \text{ KNm} = 44690 \text{ kgm}$$

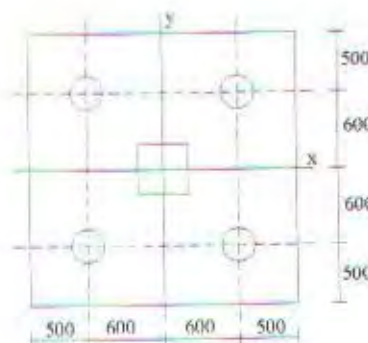
$$\text{Momen arah y (My)} = 7,96 \text{ KNm} = 7960 \text{ kgm}$$

$$\text{Axial} = 1826,18 \text{ KN} = 182618 \text{ kg}$$

- Beban P_{maksimum} untuk 1 tiang pancang

$$P_{\text{max}} = \frac{\sum P}{n} + \frac{M_x \cdot X_{\text{max}}}{\sum X^2} + \frac{M_y \cdot Y_{\text{max}}}{\sum Y^2}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{182618}{4} + \frac{44690 \times 0,6}{4 \times 0,6^2} + \frac{7960 \times 0,6}{4 \times 0,6^2} \\
&= 45654,50 + 18620,83 + 3716,67 \\
&= 67591,997 \text{ kg} < P_{ijin} = (126,228 \times 0,625 = 78892,5 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Oke}
\end{aligned}$$



- Efisiensi dari kelompok tiang pancang

$$\begin{aligned}
\text{Eff} &= 1 - \arctan \left(\frac{D}{5} \right) \times \frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n} \\
&= 1 - \arctan \left(\frac{0,4}{0,6} \right) \times \frac{(2-1) \times 2 + (2-1) \times 2}{90 \times 2 \times 2} \\
&= 0,625
\end{aligned}$$

Contoh perhitungan kontrol tiang terhadap gaya lateral (Horizontal) pada join 1019.

$$- H_o = 54300 \text{ N} = 5430 \text{ kg} = 5,43 \text{ ton}$$

Momen leleh bahan $M_{ult} = 8,25 \text{ ton-m}$ (dari brosur WIKA D40 type A2)

- Checking tiang panjang atau tiang pendek dilakukan dengan memperhitungkan keadaan sifat tanah. Dalam hal ini diperlukan harga C_r , yaitu geser rencana dari tanah di mana dihitung dengan rumus :

$$C_r = 0,5 \times C_u$$

C_u = kekuatan kohesi

= diambil sebesar $1,5 \text{ kg/cm}^2$

$$C_r = \frac{1}{2} \times 1,5 = 0,75 \text{ kg/cm}^2 = 7,5 \text{ ton/m}^2$$

Dalam satu titik terdapat 4 tiang, sehingga harga H .

$$H_v = \frac{H_o}{n} = \frac{5,43}{4} = 1,358 \text{ ton}$$

Sehingga kategori panjang tiang dapat dihitung

$$f = \frac{H}{9 \cdot C_r \cdot D} = \frac{1,358}{9 \cdot 7,5 \cdot 0,4} = 0,0503 \text{ m}$$

$$L_1 = f + 1,5 D = 0,0503 + 1,5 \cdot 0,4 = 0,6503$$

$$L_2 = 2,2 L_1 = 2,2 \cdot 0,6503 = 1,431 \text{ m}$$

Panjang tiang yang ada 8 meter $> 1,431 \text{ m}$, jadi tiang termasuk dalam kategori tiang panjang.

Kuat geser tanah :

$$\begin{aligned} H_o \text{ untuk 1 tiang} &= f \cdot 9 \cdot C_r \cdot D \\ &= (L_1 - 1,5D) \cdot 9 \cdot C_r \cdot D \\ &= (8 - 1,5 \cdot 0,4) \cdot 9 \cdot 7,5 \cdot 0,4 \\ &= 54 > H \text{ yang terjadi} = 1,358 \text{ ton (Ok)} \end{aligned}$$

Momen yang terjadi :

$$H_u = 1,358 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{yield terjadi}} &= H_u \times (1,5D + f) \\
 &= 1,358 \times (0,816) \\
 &= 1,108 \text{ ton meter} < M_{\text{yield tiang}} = 8,25 \text{ ton m (Ok)}
 \end{aligned}$$

Kuat momen sambungan poer dan tiang pancang.

$$M_{\text{yield terjadi}} = 1,108 \text{ ton meter} \qquad P_{u_{\text{max}}} \text{ 1 tiang} = 46,555 \text{ ton}$$

$$f_c'_{\text{poer}} = 30 \text{ Mpa}$$

$$\phi = 0,65$$

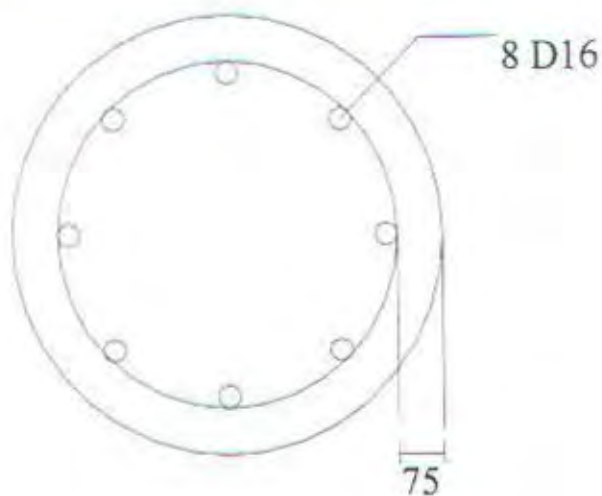
$$\frac{P_n}{h^2} = \frac{465550}{400^2} = 2,910$$

$$\frac{M_n}{h^3} = \frac{110800}{400^3} = 0,00173$$

dari diagram interaksi didapat $\rho = 0,01$

$$A_s = \rho \times A_g = 0,01 \times \pi \times 0,25 \times 400^2 = 1256 \text{ mm}^2$$

dipakai 8D16 ($A_{s_{\text{ada}}} = 1607,68 \text{ mm}^2$)



Perencanaan Poer

a). Poer pondasi kolom tengah

Data perencanaan

- Dimensi poer
 - = - tinggi (h) = 800 mm
 - lebar (b) = 2200 mm
 - panjang (L) = 2600 mm
 - ϕ tul. utama = 25 mm
- Selimut beton = 70 mm (berhubungan langsung dengan tanah) SK-SNI-T-15-1991 pasal 3.16.7.a
- Tinggi efektif balok poer =
 - $dx = 800 - (70 + \frac{1}{2} \times 10) = 725 \text{ mm}$
 - $dy = 800 - (70 + 10 + \frac{1}{2} \times 25) = 708 \text{ mm}$
- Mutu bahan : $f_c' = 30 \text{ Mpa}$
 $f_y = 390 \text{ Mpa}$

Perhitungan pembebanan pada poer, dimana diasumsikan poer sebagai 2 perletakan sederhana dengan tumpuan tiang pancang.

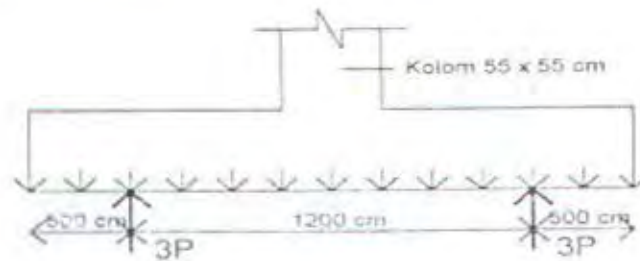
Arah X

- Berat sendiri poer = $0,8 \times 2,6 \times 2400 \text{ kg/m}^3$
= 4992 kg/m
- $q_u = 1,2 \times 4992 = 5990,4 \text{ kg/m}$

Arah Y

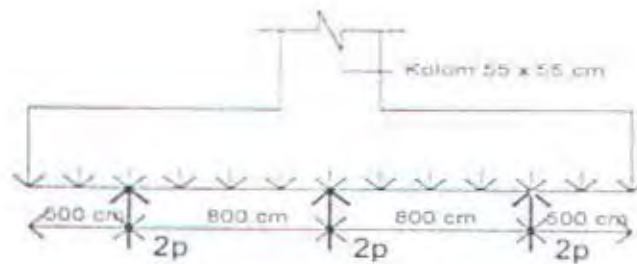
- Berat sendiri poer = $0,8 \times 2,2 \times 2400 \text{ kg/m}^3$
= 4224 kg/m

$$q_u = 1,2 \times 4224 = 5068,8 \text{ kg/m}^2$$



$$\begin{aligned} P_u \max &= \frac{\sum P_u}{n} + \frac{M_x \times X_{\max}}{\sum X^2} + \frac{M_y \times Y_{\max}}{\sum Y^2} \\ &= \frac{209235,9}{6} + \frac{41212,3 \times 0,6}{4 \times 0,6^2} + \frac{62733,8 \times 0,8}{6 \times 0,8} \\ &= 34872,65 + 17171,792 + 13069,542 = 65113,983 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u \max X &= 3 \times P \times 0,6 - \frac{1}{2} q l^2 \\ &= 3 \times 65113,983 \times 0,6 - (0,5 \times 5990,4 \times 1,1^2) \\ &= 113580,9774 \text{ kgm} = 1135809774 \text{ Nmm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} M_u \max Y &= (2 \times P \times 0,8) - (\frac{1}{2} q l^2) \\ &= (2 \times 65113,983 \times 0,8) - (0,5 \times 5068,8 \times 1,3^2) \\ &= 99899,2368 \text{ kgm} = 998992368 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{390}{0,85 \times 30} = 15,29$$

$$\begin{aligned} \rho_{balance} &= \frac{0,85 \times \beta \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + 390} \\ &= 0,0337 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{mak} &= 0,75 \times \rho_{balance} \\ &= 0,75 \times 0,0337 = 0,0253 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,00358$$

1. Penulangan arah x

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d x^2} = \frac{1135809774}{0,8 \cdot 2200 \cdot 725^2} \\ &= 1,228 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,29} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 1,228}{390}} \right) \\ &= 0,00323 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} > \rho_{perlu} < \rho_{mak}$$

Sehingga untuk penulangan pada tumpuan dipakai ρ_{min}

$$\rho_{tarik} = 0,00358 (\rho_{min})$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00358 \times 2200 \times 725$$

$$= 5710,1 \text{ mm}^2$$

dipasang 12D25 ($A_{s_{act}} = 5890 \text{ mm}^2$)

$$A_s' = 20\% A_s$$

$$= 20\% \times 5710,1 \text{ mm}^2 = 1142,02 \text{ mm}^2$$

dipasang 12D16 ($A_{s_{act}} = 2413 \text{ mm}^2$)

Kontrol lebar balok

Lebar balok bersih (Lb)

$$Lb = B - 2 \times (d' + \phi_{sengkatang})$$

$$= 2200 - 2 \times (70 + 10)$$

$$= 2200 - 160$$

$$= 2040 \text{ mm}$$

Lebar kebutuhan dari tulangan (Lt)

$$Lt = (12 \times 25) + (11 \times 40) = 740 \text{ mm}$$

$$Lt < Lb \text{ (dibuat 1 lapis tulangan)}$$

Jarak antara tulangan adalah (S)

$$S = \frac{Lb - (n \times D_{tul})}{n - 1}$$

$$= \frac{2040 - (12 \times 25)}{12 - 1} = 158,8 \text{ mm} \approx 180 \text{ mm}$$

2. Penulangan lentur lapangan arah y

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{998992368}{0,8 \cdot 2600 \cdot 708^2}$$

$$= 0,958$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,29} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,29 \times 0,9580}{390}} \right)$$

$$= 0,0026 < \rho_{min} = 0,00358$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00358 \times 2600 \times 708$$

$$= 6590,1 \text{ mm}^2$$

dipasang 14 D25 ($A_{s,act} = 6872 \text{ mm}^2$)

$$A_s' = 20\% A_s$$

$$= 20\% \times 6590,1 = 1318,01 \text{ mm}^2$$

dipasang 14 D16 ($A_{s,act} = 2815 \text{ mm}^2$)

Kontrol lebar balok

Lebar balok bersih (Lb)

$$Lb = B - 2 \times (d' + \phi_{senggang})$$

$$= 2600 - 2 \times (70 + 10)$$

$$= 2600 - 160$$

$$= 2440 \text{ mm}$$

Lebar kebutuhan dari tulangan (Lt)

$$Lt = (14 \times 25) + (13 \times 40) = 870 \text{ mm}$$

$L_t < L_b$ (dibuat 1 lapis tulangan)

Jarak antara tulangan adalah (S)

$$S = \frac{L_b - (n \times D_{tul})}{n - 1}$$
$$= \frac{2440 - (14 \times 25)}{14 - 1} = 160 \text{ mm} \rightarrow 180 \text{ mm}$$

3. Perhitungan geser

Dimensi kolom : 550 / 550

Dimensi poer : $b_{po} = 2200 \text{ mm}$

$h = 800 \text{ mm}$

$dx = 800 - (70 + \frac{1}{2} \cdot 16) = 722 \text{ mm}$

$dy = 800 - (70 + 16 + \frac{1}{2} \times 25) = 701,5 \approx 702 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} V_{u \text{ max } X} &= 3P - ql \\ &= 3 \times 65113,983 - (5990,4 \times 1,1) \\ &= 188752,509 \text{ kg} = 1887525,09 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{u \text{ max } Y} &= 2P - ql \\ &= 2 \times 65113,983 - (5068,8 \times 1,3) \\ &= 123638,526 \text{ kg} = 1236385,26 \text{ N} \end{aligned}$$

Penulangan geser arah X

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 2200 \times 725 \\ &= 1456029,13 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{1887525,09}{0,6} - 1456029,132 = 1689846,018 \text{ N}$$

Diameter tul geser 16 mm ($A_v = 402,1 \text{ mm}^2$)

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{402,1 \times 390 \times 725}{1689846,018} = 67,28 \text{ mm} \approx 70 \text{ mm}$$

Penulangan geser arah Y

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 2600 \times 708 \\ &= 1680412,8061 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{1236385,26}{0,6} - 1680412,8061 = 380229,294 \text{ N}$$

Diameter tul geser 16 mm ($A_v = 402,1 \text{ mm}^2$)

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{402,1 \times 390 \times 708}{380229,294} = 292 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

4. Kontrol geser pons pada poer

Dalam merencanakan tebal poer harus dipenuhi syarat bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Berdasarkan SK SNI'91 pasal 3.4.11 butir 2

Untuk kelenturan dua arah kekuatan geser nominal pada penampang yang berjarak $d/2$ dari sisi kolom adalah :

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b_o \times d, \text{ atau}$$

nilai diatas tidak boleh lebih besar dari :

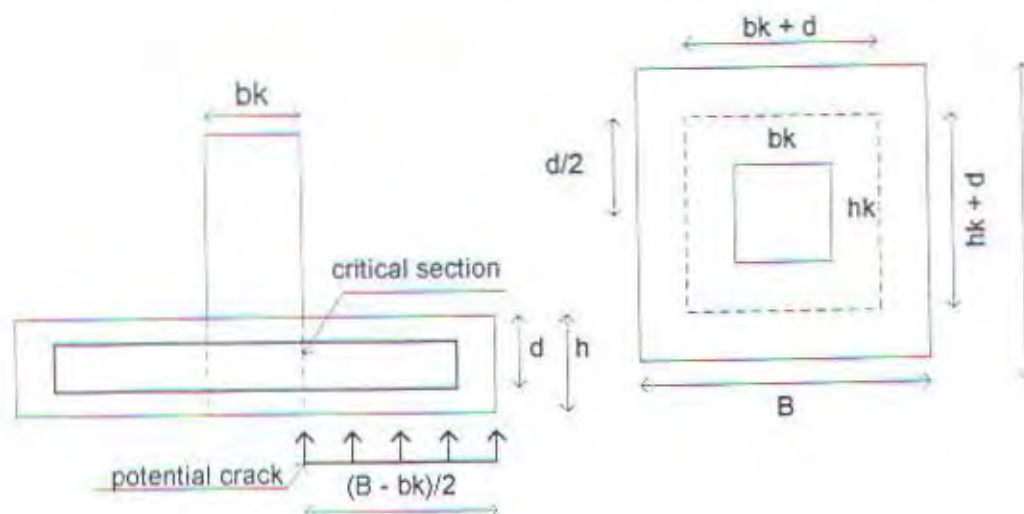
$$V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d$$

dimana :

β_c = rasio sis terpanjang terhadap sisi terpendek dari beban terpusat =

$$\frac{260}{220} = 1,182 \text{ (bujur sangkar)}$$

b_o = keliling dari penampang kritis poer = $2 \times (b_k + d) + 2 \times (h_k + d)$



Gambar Penampang Kritis Poer

Contoh perhitungan geser pons pada poer

Kontrol kekuatan geser secara kelompok :

Data-data poer dan gaya dalam yang bekerja :

$$\text{Beban } P_u = 304,924 \text{ ton}$$

$$\text{Mutu beton } f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{Mutu baja } f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tebal poer (h)} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Dia, tul. Utama} = D25$$

$$\text{Decking} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif (d)} = 800 - 70 - 0,5 \times 25 = 718 \text{ mm}$$

$$B_o = 2 \times (550 + 718) + 2 \times (550 + 718) = 5072$$

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times \frac{\sqrt{30}}{6} \times 5072 \times 718$$

$$= 12751244,05 \text{ N}$$

$$= 1275,124 \text{ ton}$$

$$V_{c_2} = \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 5072 \times 718$$

$$= 6648796,823 \text{ N}$$

$$= 664,8796 \text{ ton}$$

$$\phi V_{c_2} = 0,6 \times 664,8796 \text{ ton} = 398,93 \text{ ton} > V_u = 304,924 \text{ ton} \quad (\text{Oke})$$

7.3.8.2 Perencanaan sloof (*Tie Beam*)

Beban-beban yang diterima oleh sloof antara lain berat sendiri sloof, berat tembok, beban aksial tekan atau tarik yang berasal dari 10% beban aksial kolom.

(Buku PPSBBSTBUG' 83 - 6.9.2)

Dimensi sloof

Penentuan dimensi dari sloof dilakukan dengan memperhitungkan syarat bahwa tegangan tarik yang terjadi tidak boleh melampaui tegangan tarik ijin beton yaitu sebesar :

$$f_r = f_{ct} = 0,70 \times \sqrt{f_c'} \quad (\text{PBI '89 pasal 9.5.2.3})$$

Contoh perhitungan untuk sloof

Data perencanaan :

- Beban aksial

$$P_u = 304,924 \times 10\% = 30,492 \text{ ton}$$

$$f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan tarik ijin} = f_r &= 0,70 \times \sqrt{30} \\ &= 3,83 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$f_{r_{ada}} = \frac{30492}{0,8 \times 350 \times 500}$$

$$= 0,22 \text{ Mpa} < 3,83 \text{ Mpa} \quad \dots\dots\dots \text{oke !}$$

Penulangan sloof didasarkan atas kondisi pembebanan. Beban yang diterima adalah beban aksial dan lentur sehingga penulangannya diidealisasikan seperti halnya penulangan pada kolom.

Adapun beban pada sloof :

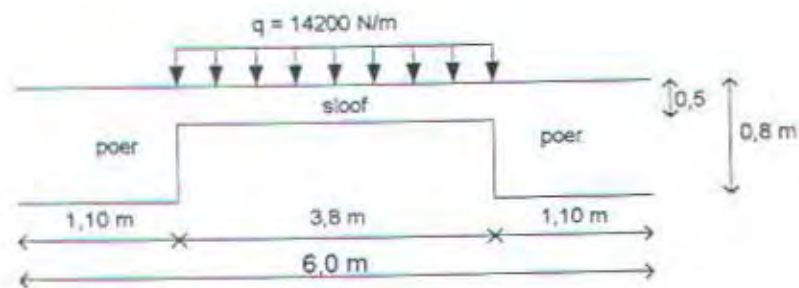
- berat sendiri sloof
- berat tembok

Data material :

- ukuran sloof = 35 x 50 cm
- mutu beton (f_c') = 30 Mpa
- mutu tulangan (f_y) = 390 Mpa
- decking (d_c) = 50 mm (PBI '89 pasal 7.7.1)
- tulangan utama = D25
- tulangan sengkang = $\phi 12$

Beban yang diterima sloof :

- Berat aksial N_u = 30,492 ton = 304920 N
- Berat sendiri sloof = $0,35 \times 0,50 \times 24000$ = 4200 N/m
- Berat tembok = 2500×4 = 10000 N/m
- $q = 4200 + 10000$ = 14200 N/m



$$\begin{aligned}
 M_u &= 1/12 \times 1,2 \times q \times L^2 \\
 &= 1/12 \times 14200 \times 1,2 \times 3,8^2 \\
 &= 20504,8 \text{ N-m}
 \end{aligned}$$

$$K = \frac{P_u}{A_g \times \phi}$$

$$Y = \frac{304920}{0,6 \times 500 \times 350} = 2,42$$

$$X = \frac{M_u}{\phi \times A_g \times h}$$

$$= \frac{20504800}{0,6 \times (350 \times 500) \times 500} = 0,039$$

Dari diagram interaksi $\rho_{\min} = 0,01$

$$\begin{aligned} \text{sehingga } A_s &= \rho_{\min} \times A_g \\ &= 0,01 \times 350 \times 500 \\ &= 1750 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 6D22 ($A_s \text{ ada} = 2323 \text{ mm}^2$)

7.3.8.3. Penulangan geser sloof

Besarnya gaya geser pada sloof :

$$\begin{aligned} - \text{qu} &= 14200 \text{ N/m} \\ - V_u &= \frac{1}{2} \times 14200 \times 3,8 \\ &= 26980 \text{ N} \\ - d &= 500 - 50 - 12 - 25/2 \\ &= 425,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kuat geser nominal geser yang mampu dipikul beton

$$\phi V_c = \phi \times \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b_w \times d \times \left(1 + \frac{N_u}{14 \times A_g} \right)$$

$$= 0,6 \times \frac{\sqrt{30}}{6} \times 350 \times 425,5 \times \left(1 + \frac{304920}{14 \times 350 \times 500} \right)$$

$$= 91721,50 \text{ N}$$

$$V_u = 26980 \text{ N} < \phi V_c = 91721,5 \text{ N}$$

Tidak diperlukan tulangan geser hanya dipasang praktis saja.

Jadi dipasang tulangan geser praktis $\phi 12 - 200 \text{ mm}$.

Penulangan pada sloof yang mengalami gaya tarik dan momen

Data perencanaan sloof :

$$\text{Ukuran sloof : } b = 35 \text{ cm}$$

$$D = 50 \text{ cm}$$

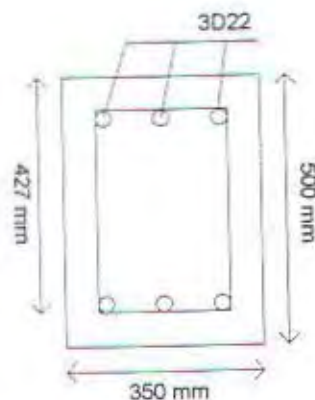
$$\text{Decking} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Dia. Tul. Utama} = D22$$

$$\text{Dia. Tul. Sengkanag} = D12$$

$$\text{Tinggi efektif (d)} = 500 - 50 - 12 - 22/2 = 427 \text{ mm}$$

Dari perhitungan sloof yang mengalami gaya tekan $N_u = 304920 \text{ N}$ dikontrol apabila sloof mengalami tarik sebesar N_u dan $M_u = 27491,50 \text{ Nm}$



Perhitungan penulangan sloof dilihat dari 2 kondisi, yaitu :

1. Sebelum beton retak
2. Sudah beton retak

1. Kondisi sebelum beton retak

Dalam kondisi ini beton dan tulangan bersama-sama memikul gaya tarik jika tegangan beton yang terjadi telah melampaui tegangan retak (f_r), maka beton akan mengalami retak.

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f_{c'}} = 0,7 \times \sqrt{30} = 3,83 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f_{c'}} = 4700 \times \sqrt{30} = 25742 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{25742} = 7,769$$

$$A_s = A_s' = 3 \times 0,25 \times \pi \times 22^2 = 1140 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_t &= A_g + (n - 1) \times A_s \\ &= 350 \times 500 + [(8 - 1) \times 2 \times 1140] \\ &= 190960 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$W = \frac{I}{y} = \frac{\frac{1}{12} \times b \times h^3}{\frac{1}{2} \times h} = \frac{1}{6} \times 350 \times 500^2 = 14583333,33 \text{ mm}^3$$

$$f = \frac{N_u}{A_t} + \frac{M_u}{W} = \frac{304920}{190960} + \frac{27491500}{14583333,33} = 3,482 \text{ MPa} < f_r = 3,83 \text{ MPa} \dots \text{Oke}$$

jadi beton belum retak

2. Kondisi setelah beton retak

Pada kondisi ini yang menerima gaya tarik adalah tulangan baja saja sedangkan beton sudah tidak dapat menerima gaya tarik lagi. Ban tegangan yang terjadi harus di bawah tegangan tarik ijin.

$$M_{tumpuan} = -\frac{1}{2} \times q_{tp} \times Lx^2$$

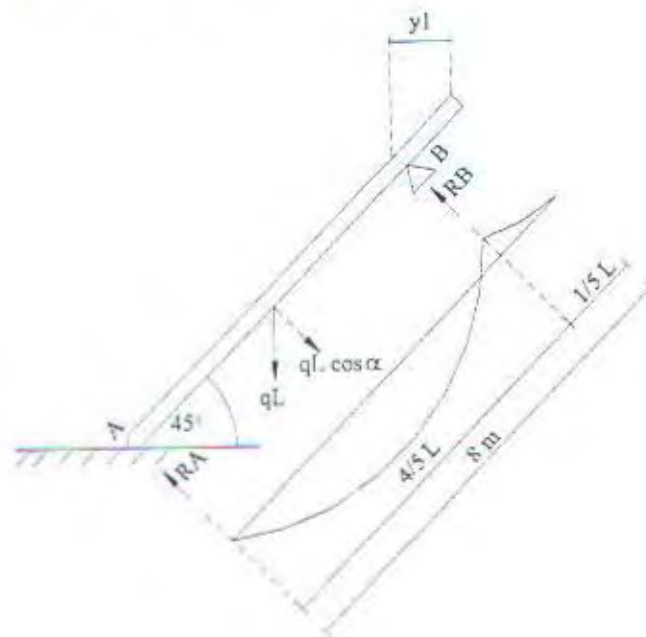
$$= -\frac{1}{2} \times 200 \times (8/5)^2 = -256 \text{ kgm}$$

$$M_{lapangan} = R_a \times (Lx - L/5) - \frac{1}{2} \times q_{tp} \times Lx^2$$

$$= 800 \times (4 - 1,6) - \frac{1}{2} \times 200 \times (4)^2 = 320 \text{ kgm}$$

$$M_{mak} = 320 \text{ kgm} < M_{crack} = 5500 \text{ kg-m} \dots \dots \dots \text{ok}$$

2. Kontrol momen saat pemancangan



$$\sum M_b = 0$$

$$R_a \times (4/5 \times L) - q \times L \times \cos \alpha \times \left(\frac{L}{2} - \frac{L}{5} \right) = 0$$

$$R_a = \frac{200 \times 8 \times \cos \alpha \times \left(\frac{8}{2} - \frac{8}{5} \right)}{\left(\frac{4}{5} \times 8 \right)}$$

$$= 424,264 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 R_b &= (q \times L \times \cos \alpha) - R_a \\
 &= (200 \times 8 \times \cos 45^\circ) - 424,264 \\
 &= 707,107 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= (1/5) \times 8 \times \cos 45^\circ \\
 &= 1,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_b &= \frac{1}{2} \times q \times (L/5) \times Y_1 \\
 &= \frac{1}{2} \times 200 \times (8/5) \times 1,13 \\
 &= 180,8 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

M_{mak} lapangan terjadi pada saat gaya lintang (V) = 0

$$M_{\text{mak}} = R_a \times X - (q \times u \times \frac{u \cos 45^\circ}{2})$$

$$\frac{dM_{\text{mak}}}{dx} = 0, \text{ sehingga didapat :}$$

$$q \times \cos 45^\circ = R_a$$

$$x = \frac{R_a}{q \cos 45^\circ} = \frac{424,264}{200 \cos 45^\circ} = 2,999 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{mak}} &= 424,264 \times 2,999 - (200 \times 2,999 \times \frac{2,999 \times \cos 45^\circ}{2}) \\
 &= 636,20 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$M_{\text{mak}} = 636,30 \text{ kgm} < M_{\text{crack}} = 5500 \text{ kgm} \dots\dots \text{ok.}$$



BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan tugas akhir ini ,dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Perencanaan struktur yang dilakukan dengan daktilitas penuh memerlukan pendetailan khusus pada pertemuan balok - kolom. Hal ini biasanya menyebabkan pelaksanaan dilapangan sangat sulit apalagi bila ada tulangan vertikal pada pertemuan balok - kolom. Dan sebaiknya penggunaan perencanaan struktur sistem ini digunakan didaerah rawan gempa karena perhitungan momen - momen pada kolom dan balok sangat besar dan banyak memakan biaya baik secara desain dan pelaksanaan dilapangan.

8.2. Saran

Sebelum kita merencanakan pemakaian dinding geser kita harus mengeceknya dengan menggunakan perhitungan kontrol drift. Dengan kontrol drift kita bisa mengetahui apakah kolom dan balok cukup kuat menahan gaya-gaya lateral atau tidak, bila tidak baru kita memakai dinding geser pada perhitungan kita.

Konsep disain dan konsep struktur adalah dua hal yang sangat penting yang harus dipahami sebelum melangkah ke tahap rancang bangun. Misalnya, sejak tahap perancangan sudah harus diperhitungkan konfigurasi struktur yang menghasilkan pusat massa \equiv pusat kekakuan, agar tidak terjadi puntir pada kolom.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, 1971, "Peraturan Beton Indonesia" (PBI'71)
2. Park, R. and Paulay, T., 1975, "Reinforced Concrete Structures."
3. Departemen Pekerjaan Umum, 1983, "Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung" (PPIUG'83)
4. Departemen Pekerjaan Umum, 1983, "Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung"
5. Departemen Pekerjaan Umum, 1983, "Peraturan Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung"
6. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1984 "Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBI)"
7. Departemen Pekerjaan Umum, 1991, "Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)
8. Kusuma, Gideon H., dan Andriyono Takim, 1993, "Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang" (CUR 3), Erlangga
9. Kusuma, Gideon H., dan W.C. Vis, 1993, "Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang" (CUR 1), Erlangga



LAMPIRAN

PERHITUNGAN GAYA GESER DASAR HORIZONTAL AKIBAT GEMPA

A. Berat Bangunan Total (W₁)

a. Berat Lantai 2 (area parkir)

Beban Mati

- Pelat (t=20 cm)	= (30 x 24 x 0,2) x 2400	= 345600 kg
- Balok (arah x)	= ((36 x 0,3 x 0,6 x 3) - (2 x 30 x 0,3 x 0,6)) x 2400	= 72576 kg
- Balok (arah y)	= (24 x 0,3 x 0,6 x 7) x 2400	= 72576 kg
- Kolom	= (35 x 2 x 0,6 x 0,6) x 2400	= 60480 kg
- Pelafon + penggantung	= (30 x 24) x 18	= 12960 kg
- ducting AC + pipa + kabel	= (30 x 24) x 30	= 21600 kg
- W _{m2}		= 585792 kg

Beban Hidup

- q _h	= (30 x 24) x 400	= 288000 kg
- Koefisien Reduksi	= 0,5	
- W _{h2}	= (0,3 x 30 x 24) x 2400	= 144000 kg
		= 432000

$$W_{m2} + W_{h2} = 1017792 \text{ kg}$$

b. Berat Lantai 3

Beban Mati

- Pelat (t=20 cm)	= ((720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 0,12) x 2400	= 196560 kg
- Balok (arah x)	= (180 - 4) x 0,3 x 0,6 x 2400	= 76032 kg
- Balok (arah y)	= (24 x 0,3 x 0,6 x 7) x 2400	= 72576 kg
- Kolom	= (35 x 2 x 0,6 x 0,6) x 2400	= 60480 kg
- Pelafon + penggantung	= (720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 18	= 12285 kg
- ducting AC + pipa + kabel	= (720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 30	= 368550 kg
- W _{m3}		= 786483 kg

Beban Hidup

- q _h	= (720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 500	= 341250 kg
- Koefisien Reduksi	= 0,5	
- W _{h3}	= 0,5 x (720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 500	= 170625 kg
		= 511875

$$W_{m3} + W_{h3} = 1298358 \text{ kg}$$

c. Berat Lantai 4

Beban Mati

- Pelat (t=20 cm)	= ((720 - 4,5 x 36 - 4,5 x 3 - 3 x 4) x 0,12) x 2400	= 54864 kg
- Balok (arah x)	= ((0,3 x 0,6 x 6 x 19) - (0,3 x 0,6 x 2 x 3)) x 2400	= 51840 kg
- Balok (arah y)	= (24 x 0,3 x 0,6 x 5) x 2400	= 10584 kg
- Kolom	= (32 x 2 x 0,6 x 0,6) x 2400	= 55296 kg
- Pelafon + penggantung	= ((720 - 4,5 x 36 - 4,5 x 3 - 3 x 4) x 0,12) x 18	= 9531 kg
- ducting AC + pipa + kabel	= ((720 - 4,5 x 36 - 4,5 x 3 - 3 x 4) x 0,12) x 30	= 15885 kg
- W _{m4}		= 198000 kg

Beban Hidup

- q _h	= ((720 - 4,5 x 36 - 4,5 x 3 - 3 x 4) x 0,12) x 400	= 211800 kg
- Koefisien Reduksi	= 0,5	
- W _{h4}	= ((720 - 4,5 x 36 - 4,5 x 3 - 3 x 4) x 0,12) x 400 x 0,5	= 105900 kg
		= 317700

$$W_{m4} + W_{h4} = 515700 \text{ kg}$$

d. Berat Lantai 5 dan 6

Beban Mati

- Pelat (t=20 cm)	= ((720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 0,12) x 2400	= 196560 kg
- Balok (arah x)	= (180 - 4) x 0,3 x 0,6 x 2400	= 76032 kg
- Balok (arah y)	= (24 x 0,3 x 0,6 x 7) x 2400	= 72576 kg
- Kolom	= (32 x 2 x 0,6 x 0,6) x 2400	= 55296 kg
- Pelafon + penggantung	= (720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 18	= 12285 kg
- ducting AC + pipa + kabel	= (720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 30	= 368550 kg
- W _{m5 dan 6}		= 781299 kg

Beban Hidup

- q _h	= ((720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 0,12) x 250	= 170625 kg
- Koefisien Reduksi	= 0,5	
- W _{h5 dan 6}	= ((720 - 4,5 x 3 - 4 x 6) x 0,12) x 2400 x 0,5	= 85312,5 kg
		= 255937,5

$$W_{m5/6} + W_{h5/6} = 1037237 \text{ kg}$$

c. Berat Lantai 7

Beban Mati

- Pelat ($t=20$ cm)	$= ((720 - 145,5) \times 0,12) \times 2400$	$= 165456$ kg
- Balok (arah x)	$= (180 - 4) \times 0,3 \times 0,6 \times 2400$	$= 76032$ kg
- Balok (arah y)	$= (24 \times 0,3 \times 0,6 \times 7) \times 2400$	$= 72576$ kg
- Kolom	$= (32 \times 2 \times 0,6 \times 0,6) \times 2400$	$= 55296$ kg
- Pelafon - penggantung	$= ((720 - 145,5) \times 18)$	$= 10341$ kg
- ducting AC + pipa + kabel	$= ((720 - 145,5) \times 30)$	$= 17235$ kg
- Wm7		$= 396936$ kg

Beban Hidup

- qh	$= ((720 - 145,5) \times 250)$	$= 143625$ kg
- Koefisien Reduksi	$= 0,5$	
- Wh7	$= ((720 - 145,5) \times 250 \times 0,5)$	$= 71812,5$ kg
		$= 215437,5$

$$Wm7 + Wh7 = 612374 \text{ kg}$$

f. Berat Lantai 8 (atap)

Beban Mati

- Pelat ($t=20$ cm)	$= 612 \times 0,12 \times 2400$	$= 176256$ kg
- Balok (arah x)	$= (0,6 \times 0,3 \times 6 \times 23) \times 2400$	$= 59616$ kg
- Balok (arah y)	$= (0,6 \times 0,3 \times 6 \times 19) \times 2400$	$= 49248$ kg
- Kolom	$= (28 \times 2 \times 0,6 \times 0,6) \times 2400$	$= 48384$ kg
- Pelafon + penggantung	$= 612 \times 18$	$= 11016$ kg
- ducting AC + pipa + kabel	$= 612 \times 30$	$= 18360$ kg
- Wm8		$= 362880$ kg

Beban Hidup

- qh	$= 612 \times 100$	$= 61200$ kg
- Koefisien Reduksi	$= 0,5$	
- Beban hujan	$= 612 \times 20$	
- Wh8	$= 612 \times 120 \times 0,5$	$= 36720$ kg
		$= 97920$

$$Wm8 + Wh8 = 460800 \text{ kg}$$

$$362880$$

$$= 5305140 \text{ kg}$$

$$Wt (\text{total}) = W2 + W3 + W4 + W5 + W6 + W7 + W8(\text{atap}) + SW$$

B. Waktu Getar Alami Struktur Gedung (T)

$$\begin{aligned} T_x = T_y &= 0,06 \times (11)^{3/4} \\ &= 0,06 \times (28)^{3/4} \\ &= 0,730 \text{ detik} \end{aligned}$$

C. Koefisien Gempa Dasar (C)

- Untuk \Rightarrow - $T_x = T_y$
 - Zone II
 - Jenis tanah lunak

maka dari gambar 2.3. (PPKGURdG 1987) diperoleh koefisien gempa dasar $C = 0,09$

D. Faktor Keamanan (I) dan Faktor Jenis Struktur (K) PPKGURdG 1987

- $I = 1$ (Gedung kuliah)
 - $K = 1$ (daktilitas penuh)

E. Gaya Geser Horizontal Total Akibat Gempa PPKGURdG 1987

$$\begin{aligned} V_x = V_y &= C \times I \times K \times Wt \\ &= 0,09 \times 1 \times 1 \times 5305140 = 477462,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

F. Distribusi Gaya Geser Horizontal Total Akibat Gempa Sepanjang tinggi Gedung PPKGURdG 1987

a. Arah X

$$\begin{aligned} H/A &= 28,36 \\ &= 0,777 < 3 \end{aligned}$$

b. Arah Y

$$\begin{aligned} H/A &= 28,24 \\ &= 1,167 < 3 \end{aligned}$$

PEMBAGIAN GAYA GESER DASAR PER PORTAL KE TIAP TINGKAT

[illegible]

WAKTU GETAR BANGUNAN DALAM ARAH X (CARA T RAYLEIGH)

Level	Wt (ton)	dx (cm)	dx2 (cm)	Fx (ton)	W.dx2 (t.cm2)	Fx.Dx t.cm
1	1017,792	0,160	0,0256	21,1584	26,055	3,385
2	1298,358	0,420	0,1764	53,981	229,030	22,672
3	515,7	0,586	0,3434	32,161	177,089	18,846
4	1037,2365	0,675	0,4556	86,25	472,591	58,219
5	1037,2365	0,774	0,5991	107,813	621,383	83,447
6	612,3735	0,825	0,6806	76,382	416,797	63,015
7	4942,26	0,856	0,7327	67,055	3621,372	57,399
Total					5538,263	306,984

$$T_x = 0,8543483$$

WAKTU GETAR BANGUNAN DALAM ARAH Y (CARA T RAYLEIGH)

Level	Wt (ton)	dx (cm)	dx2 (cm)	Fx (ton)	W.dx2 (t.cm2)	Fx.Dx t.cm
1	1017,792	1,072	1,150	21,158	1170,067	22,686
2	1298,358	2,845	8,096	53,981	10511,159	153,592
3	515,700	4,615	21,299	32,161	10983,971	148,426
4	1037,237	6,022	36,263	86,250	37613,597	519,389
5	1037,237	6,992	48,888	107,813	50708,484	753,828
6	612,374	7,554	57,064	76,382	34944,743	576,997
7	4942,260	7,787	60,636	67,055	299677,946	522,151
Total					444439,900	2697,070

$$T_y = 2,5820609$$

Dengan cara T Rayleigh diperoleh $T_x = 0,854348$ detik dan $T_y = 2,582061$ detik maka pada tabel koefisien dasar gempa didapat $C = 0,05$ (arah X)
pada tabel koefisien dasar gempa didapat $C = 0,025$ (arah Y)

GAYA TAMBAHAN PADA STRUKTUR AKIBAT EKSENTRISITAS

Py	Px	x-x	y-y	Ky(x-x) ²	Kx(y-y) ²	Ky(x-x)	Kx(y-y)	Gempa arah X				Gempa arah Y			
								T1y	T1x	T2y	T2x	T1y	T1x	T2y	T2x
LANTAI 1															
2192,612	1220,454	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-5854,074	-7729,595	-2440,422	-3222,282	-3213,391	-4242,893	-679,967	-897,814
2192,612	1220,454	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-3559,858	-7729,595	-1484,019	-3222,282	-1954,061	-4242,893	-413,487	-897,814
2192,612	1220,454	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-1265,642	-7729,595	-527,616	-3222,282	-694,730	-4242,893	-147,008	-897,814
2192,612	1220,454	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	1028,573	-7729,595	428,787	-3222,282	564,600	-4242,893	119,472	-897,814
2192,612	1220,454	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	3322,789	-7729,595	1385,191	-3222,282	1823,930	-4242,893	385,951	-897,814
2192,612	1220,454	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	5617,005	-7729,595	2341,594	-3222,282	3083,260	-4242,893	652,430	-897,814
2192,612	1220,454	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	7911,221	-7729,595	3297,997	-3222,282	4342,590	-4242,893	918,910	-897,814
2192,612	1220,454	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-5854,074	-5435,380	-2440,422	-2265,879	-3213,391	-2083,563	-679,967	-631,334
2192,612	1220,454	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-3559,858	-5435,380	-1484,019	-2265,879	-1954,061	-2083,563	-413,487	-631,334
2192,612	1220,454	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-1265,642	-5435,380	-527,616	-2265,879	-694,730	-2083,563	-147,008	-631,334
2192,612	1220,454	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	1028,573	-5435,380	428,787	-2265,879	564,600	-2083,563	119,472	-631,334
2192,612	1220,454	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	3322,789	-5435,380	1385,191	-2265,879	1823,930	-2083,563	385,951	-631,334
2192,612	1220,454	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	5617,005	-5435,380	2341,594	-2265,879	3083,260	-2083,563	652,430	-631,334
2192,612	1220,454	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	7911,221	-5435,380	3297,997	-2265,879	4342,590	-2083,563	918,910	-631,334
2192,612	1220,454	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-5854,074	-3141,164	-2440,422	-1309,475	-3213,391	-1724,233	-679,967	-364,855
2192,612	1220,454	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-3559,858	-3141,164	-1484,019	-1309,475	-1954,061	-1724,233	-413,487	-364,855
2192,612	1220,454	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-1265,642	-3141,164	-527,616	-1309,475	-694,730	-1724,233	-147,008	-364,855
2192,612	1220,454	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	1028,573	-3141,164	428,787	-1309,475	564,600	-1724,233	119,472	-364,855
2192,612	1220,454	8,690	-8,215	0,974	0,871	0,112	-0,106	3322,789	-3141,164	1385,191	-1309,475	1823,930	-1724,233	385,951	-364,855
2192,612	1220,454	14,690	-8,215	2,784	0,871	0,190	-0,106	5617,005	-3141,164	2341,594	-1309,475	3083,260	-1724,233	652,430	-364,855
2192,612	1220,454	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	7911,221	-3141,164	3297,997	-1309,475	4342,590	-1724,233	918,910	-364,855
2192,612	1220,454	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-5854,074	-846,948	-2440,422	-353,072	-3213,391	-464,903	-679,967	-98,375
2192,612	1220,454	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-3559,858	-846,948	-1484,019	-353,072	-1954,061	-464,903	-413,487	-98,375
2192,612	1220,454	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-1265,642	-846,948	-527,616	-353,072	-694,730	-464,903	-147,008	-98,375
2192,612	1220,454	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	1028,573	-846,948	428,787	-353,072	564,600	-464,903	119,472	-98,375
2192,612	1220,454	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	3322,789	-846,948	1385,191	-353,072	1823,930	-464,903	385,951	-98,375
2192,612	1220,454	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	5617,005	-846,948	2341,594	-353,072	3083,260	-464,903	652,430	-98,375
2192,612	1220,454	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	7911,221	-846,948	3297,997	-353,072	4342,590	-464,903	918,910	-98,375
2192,612	1220,454	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-5854,074	1447,268	-2440,422	603,331	-3213,391	794,427	-679,967	168,104
2192,612	1220,454	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-3559,858	1447,268	-1484,019	603,331	-1954,061	794,427	-413,487	168,104
2192,612	1220,454	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-1265,642	1447,268	-527,616	603,331	-694,730	794,427	-147,008	168,104
2192,612	1220,454	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	1028,573	1447,268	428,787	603,331	564,600	794,427	119,472	168,104
2192,612	1220,454	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	3322,789	1447,268	1385,191	603,331	1823,930	794,427	385,951	168,104
2192,612	1220,454	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	5617,005	1447,268	2341,594	603,331	3083,260	794,427	652,430	168,104
2192,612	1220,454	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	7911,221	1447,268	3297,997	603,331	4342,590	794,427	918,910	168,104
2192,612	1220,454	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-7383,551	-846,948	-3078,024	-353,072	-4052,944	-464,903	-857,620	-98,375
2192,612	1220,454	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,249	0,049	-7383,551	1447,268	-3078,024	603,331	-4052,944	794,427	-857,620	168,104
5337,057	214667,533	-3,310	0,785	34,859	0,019	-7,510	0,025	-222615,704	730,622	-92803,112	304,579	-122197,160	401,049	-25857,419	84,864
5337,057	214667,533	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	180917,294	730,622	75420,052	304,579	99308,266	401,049	21014,035	84,864
5661,827	2970,719	-0,310	3,785	0,013	32,506	-0,010	8,588	-288,526	254562,066	-120,279	106120,780	-158,376	139733,006	-33,513	29568,076
				119,164	95,771										
LANTAI 2															
2107,672	1168,373	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-5895,004	-7783,639	-2500,703	-3301,875	-2113,723	-2817,323	6,818	9,002
2107,672	1168,373	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-3584,748	-7783,639	-1520,676	-3301,875	-1297,516	-2817,323	4,146	9,002
2107,672	1168,373	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-1274,491	-7783,639	-540,648	-3301,875	-461,308	-2817,323	1,474	9,002
2107,672	1168,373	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	1035,765	-7783,639	439,379	-3301,875	374,900	-2817,323	-1,198	9,002
2107,672	1168,373	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	3346,021	-7783,639	1419,406	-3301,875	1211,107	-2817,323	-3,870	9,002
2107,672	1168,373	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	5656,278	-7783,639	2399,434	-3301,875	2047,315	-2817,323	-6,542	9,002

2107,672	1168,373	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	7966,534	-7783,639	3379,461	-3301,875	2883,523	-2817,323	-9,214	9,002	-
2107,672	1168,373	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-5895,004	-5473,383	-2500,703	-2321,848	-2133,723	-1981,115	6,818	6,330	-
2107,672	1168,373	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-3584,748	-5473,383	-1520,676	-2321,848	-1297,516	-1981,115	4,146	6,330	-
2107,672	1168,373	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-1274,491	-5473,383	-540,648	-2321,848	-461,308	-1981,115	1,474	6,330	-
2107,672	1168,373	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	1035,765	-5473,383	439,379	-2321,848	374,900	-1981,115	-1,198	6,330	-
2107,672	1168,373	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	3346,021	-5473,383	1419,406	-2321,848	1211,107	-1981,115	-3,870	6,330	-
2107,672	1168,373	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	5656,278	-5473,383	2399,434	-2321,848	2047,315	-1981,115	-6,542	6,330	-
2107,672	1168,373	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	7966,534	-5473,383	3379,461	-2321,848	2883,523	-1981,115	-9,214	6,330	-
2107,672	1168,373	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-5895,004	-3163,126	-2500,703	-1341,821	-2133,723	-1144,908	6,818	3,658	-
2107,672	1168,373	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-3584,748	-3163,126	-1520,676	-1341,821	-1297,516	-1144,908	4,146	3,658	-
2107,672	1168,373	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-1274,491	-3163,126	-540,648	-1341,821	-461,308	-1144,908	1,474	3,658	-
2107,672	1168,373	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	1035,765	-3163,126	439,379	-1341,821	374,900	-1144,908	-1,198	3,658	-
2107,672	1168,373	8,690	-8,215	0,974	0,871	0,112	-0,106	3346,021	-3163,126	1419,406	-1341,821	1211,107	-1144,908	-3,870	3,658	-
2107,672	1168,373	14,690	-8,215	2,784	0,871	0,190	-0,106	5656,278	-3163,126	2399,434	-1341,821	2047,315	-1144,908	-6,542	3,658	-
2107,672	1168,373	20,690	-2,215	5,522	0,063	-0,197	-0,029	-5895,004	-852,870	-2500,703	-361,793	-2133,723	-308,700	6,818	0,986	-
2107,672	1168,373	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-3584,748	-852,870	-1520,676	-361,793	-1297,516	-308,700	4,146	0,986	-
2107,672	1168,373	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-1274,491	-852,870	-540,648	-361,793	-461,308	-308,700	1,474	0,986	-
2107,672	1168,373	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	1035,765	-852,870	439,379	-361,793	374,900	-308,700	-1,198	0,986	-
2107,672	1168,373	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	3346,021	-852,870	1419,406	-361,793	1211,107	-308,700	-3,870	0,986	-
2107,672	1168,373	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	5656,278	-852,870	2399,434	-361,793	2047,315	-308,700	-6,542	0,986	-
2107,672	1168,373	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	7966,534	-852,870	3379,461	-361,793	2883,523	-308,700	-9,214	0,986	-
2107,672	1168,373	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-5895,004	1457,387	-2500,703	618,234	-2133,723	527,508	6,818	-1,686	-
2107,672	1168,373	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-3584,748	1457,387	-1520,676	618,234	-1297,516	527,508	4,146	-1,686	-
2107,672	1168,373	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-1274,491	1457,387	-540,648	618,234	-461,308	527,508	1,474	-1,686	-
2107,672	1168,373	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	1035,765	1457,387	439,379	618,234	-461,308	527,508	-1,198	-1,686	-
2107,672	1168,373	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	3346,021	1457,387	1419,406	618,234	1211,107	527,508	-3,870	-1,686	-
2107,672	1168,373	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	5656,278	1457,387	2399,434	618,234	2047,315	527,508	-6,542	-1,686	-
2107,672	1168,373	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	7966,534	1457,387	3379,461	618,234	2883,523	527,508	-9,214	-1,686	-
2107,672	1168,373	-19,310	-2,215	-4,810	0,063	-0,249	-0,029	-7435,175	-852,870	-3154,055	-361,793	-2691,195	-308,700	8,599	0,986	-
2107,672	1168,373	-19,310	3,785	-4,810	0,185	-0,249	0,049	-7435,175	1457,387	-3154,055	618,234	-2691,195	527,508	8,599	-1,686	-
5130,303	205506,835	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-224172,185	735,730	-95095,445	312,102	-81140,122	266,301	259,261	-0,851	20
5130,303	205506,835	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	182182,229	735,730	77283,005	312,102	65941,670	266,301	-210,599	-0,851	20
0721,543	2843,947	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-290,543	256341,910	-123,250	108742,073	-105,163	92784,097	0,336	-296,466	25
				115,426	94,030											

LANTAI 3

1822,216	1014,284	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-4701,600	-6207,893	-1887,225	-2491,852	-2177,698	-2875,387	-204,624	-270,181	-
1822,216	1014,284	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-2859,040	-6207,893	-1147,620	-2491,852	-1324,257	-2875,387	-124,432	-270,181	-
1822,216	1014,284	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-1016,479	-6207,893	-408,015	-2491,852	-470,815	-2875,387	-44,239	-270,181	-
1822,216	1014,284	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	826,081	-6207,893	331,590	-2491,852	382,626	-2875,387	35,953	-270,181	-
1822,216	1014,284	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	2668,642	-6207,893	1071,194	-2491,852	1236,068	-2875,387	116,145	-270,181	-
1822,216	1014,284	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	4511,202	-6207,893	1810,799	-2491,852	2089,509	-2875,387	196,337	-270,181	-
1822,216	1014,284	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	6353,762	-6207,893	2550,404	-2491,852	2942,951	-2875,387	276,530	-270,181	-
1822,216	1014,284	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-4701,600	-4365,333	-1887,225	-1752,247	-2177,698	-2021,945	-204,624	-189,989	-
1822,216	1014,284	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-2859,040	-4365,333	-1147,620	-1752,247	-1324,257	-2021,945	-124,432	-189,989	-
1822,216	1014,284	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-1016,479	-4365,333	-408,015	-1752,247	-470,815	-2021,945	-44,239	-189,989	-
1822,216	1014,284	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	826,081	-4365,333	331,590	-1752,247	382,626	-2021,945	35,953	-189,989	-
1822,216	1014,284	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	2668,642	-4365,333	1071,194	-1752,247	1236,068	-2021,945	116,145	-189,989	-
1822,216	1014,284	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	4511,202	-4365,333	1810,799	-1752,247	2089,509	-2021,945	196,337	-189,989	-
1822,216	1014,284	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	6353,762	-4365,333	2550,404	-1752,247	2942,951	-2021,945	276,530	-189,989	-
1822,216	1014,284	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-4701,600	-2522,772	-1887,225	-1012,642	-2177,698	-1168,504	-204,624	-109,797	-
1822,216	1014,284	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-2859,040	-2522,772	-1147,620	-1012,642	-1324,257	-1168,504	-124,432	-109,797	-
1822,216	1014,284	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-1016,479	-2522,772	-408,015	-1012,642	-470,815	-1168,504	-44,239	-109,797	-
1822,216	1014,284	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	826,081	-2522,772	331,590	-1012,642	382,626	-1168,504	35,953	-109,797	-
1822,216	1014,284	8,690	-8,215	0,974	0,871	0,112	-0,106	2668,642	-2522,772	1071,194	-1012,642	1236,068	-1168,504	116,145	-109,797	-
1822,216	1014,284	14,690	-8,215	2,784	0,871	0,190	-0,106	4511,202	-2522,772	1810,799	-1012,642	2089,509	-1168,504	196,337	-109,797	-
1822,216	1014,284	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	6353,762	-2522,772	2550,404	-1012,642	2942,951	-1168,504	276,530	-109,797	-
1822,216	1014,284	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-4701,600	-680,212	-1887,225	-273,037	-2177,698	-315,062	-204,624	-29,604	-

1822,216	1014,284	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-2859,040	-680,212	-1147,620	-273,037	-1324,257	-315,062	-124,432	-29,604
1822,216	1014,284	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-1016,479	-680,212	-408,015	-273,037	-470,815	-315,062	-44,239	-29,604
1822,216	1014,284	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	826,081	-680,212	331,590	-273,037	382,626	-315,062	35,953	-29,604
1822,216	1014,284	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	2668,642	-680,212	1071,194	-273,037	1236,068	-315,062	116,145	-29,604
1822,216	1014,284	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	4511,202	-680,212	1810,799	-273,037	2089,509	-315,062	196,337	-29,604
1822,216	1014,284	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	6353,762	-680,212	2550,404	-273,037	2942,951	-315,062	276,530	-29,604
1822,216	1014,284	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-4701,600	1162,349	-1887,225	466,567	-2177,698	538,379	-204,624	50,588
1822,216	1014,284	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-2859,040	1162,349	-1147,620	466,567	-1324,257	538,379	-124,432	50,588
1822,216	1014,284	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-1016,479	1162,349	-408,015	466,567	-470,815	538,379	-44,239	50,588
1822,216	1014,284	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	826,081	1162,349	331,590	466,567	382,626	538,379	35,953	50,588
1822,216	1014,284	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	2668,642	1162,349	1071,194	466,567	1236,068	538,379	116,145	50,588
1822,216	1014,284	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	4511,202	1162,349	1810,799	466,567	2089,509	538,379	196,337	50,588
1822,216	1014,284	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	6353,762	1162,349	2550,404	466,567	2942,951	538,379	276,530	50,588
1822,216	1014,284	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-5929,974	-680,212	-2380,295	-273,037	-2746,659	-315,062	-258,086	-29,604
1822,216	1014,284	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,249	0,049	-5929,974	1162,349	-2380,295	466,567	-2746,659	538,379	-258,086	50,588
4435,472	178403,907	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-178790,015	586,786	-71766,420	235,536	-82812,387	271,789	-7781,337	25,538
4435,472	178403,907	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	145300,647	586,786	58323,767	235,536	67300,701	271,789	6123,805	25,538
2512,263	2468,877	-0,310	3,785	0,000	32,506	-0,010	8,588	-231,725	204447,193	-93,014	82065,226	-107,331	94696,340	-10,085	8897,994
				113,426	94,030										

LANTAI 4

1679,099	930,796	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-5003,756	-6606,854	-2197,171	-2901,098	-2624,120	-3464,832	-610,747	-806,417
1679,099	930,796	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-3042,780	-6606,854	-1336,098	-2901,098	-1595,725	-3464,832	-371,395	-806,417
1679,099	930,796	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-1081,805	-6606,854	-475,025	-2901,098	-567,331	-3464,832	-132,043	-806,417
1679,099	930,796	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	879,171	-6606,854	386,048	-2901,098	461,063	-3464,832	107,309	-806,417
1679,099	930,796	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	2840,146	-6606,854	1247,120	-2901,098	1489,458	-3464,832	346,661	-806,417
1679,099	930,796	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	4801,122	-6606,854	2108,193	-2901,098	2517,852	-3464,832	586,013	-806,417
1679,099	930,796	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	6762,097	-6606,854	2969,266	-2901,098	3546,246	-3464,832	825,365	-806,417
1679,099	930,796	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-5003,756	-4645,878	-2197,171	-2040,025	-2624,120	-2436,438	-610,747	-567,065
1679,099	930,796	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-3042,780	-4645,878	-1336,098	-2040,025	-1595,725	-2436,438	-371,395	-567,065
1679,099	930,796	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-1081,805	-4645,878	-475,025	-2040,025	-567,331	-2436,438	-132,043	-567,065
1679,099	930,796	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	879,171	-4645,878	386,048	-2040,025	461,063	-2436,438	107,309	-567,065
1679,099	930,796	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	2840,146	-4645,878	1247,120	-2040,025	1489,458	-2436,438	346,661	-567,065
1679,099	930,796	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	4801,122	-4645,878	2108,193	-2040,025	2517,852	-2436,438	586,013	-567,065
1679,099	930,796	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	6762,097	-4645,878	2969,266	-2040,025	3546,246	-2436,438	825,365	-567,065
1679,099	930,796	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-5003,756	-2684,902	-2197,171	-1178,952	-2624,120	-1408,043	-610,747	-327,713
1679,099	930,796	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-3042,780	-2684,902	-1336,098	-1178,952	-1595,725	-1408,043	-371,395	-327,713
1679,099	930,796	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-1081,805	-2684,902	-475,025	-1178,952	-567,331	-1408,043	-132,043	-327,713
1679,099	930,796	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	879,171	-2684,902	386,048	-1178,952	461,063	-1408,043	107,309	-327,713
1679,099	930,796	8,690	-8,215	0,974	0,871	0,112	-0,106	2840,146	-2684,902	1247,120	-1178,952	1489,458	-1408,043	346,661	-327,713
1679,099	930,796	14,690	-8,215	2,784	0,871	0,190	-0,106	4801,122	-2684,902	2108,193	-1178,952	2517,852	-1408,043	586,013	-327,713
1679,099	930,796	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	6762,097	-2684,902	2969,266	-1178,952	3546,246	-1408,043	825,365	-327,713
1679,099	930,796	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-5003,756	-723,927	-2197,171	-317,879	-2624,120	-379,649	-610,747	-88,361
1679,099	930,796	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-3042,780	-723,927	-1336,098	-317,879	-1595,725	-379,649	-371,395	-88,361
1679,099	930,796	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-1081,805	-723,927	-475,025	-317,879	-567,331	-379,649	-132,043	-88,361
1679,099	930,796	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	879,171	-723,927	386,048	-317,879	461,063	-379,649	107,309	-88,361
1679,099	930,796	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	2840,146	-723,927	1247,120	-317,879	1489,458	-379,649	346,661	-88,361
1679,099	930,796	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	4801,122	-723,927	2108,193	-317,879	2517,852	-379,649	586,013	-88,361
1679,099	930,796	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	6762,097	-723,927	2969,266	-317,879	3546,246	-379,649	825,365	-88,361
1679,099	930,796	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-5003,756	1237,049	-2197,171	543,193	-2624,120	648,745	-610,747	150,991
1679,099	930,796	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-3042,780	1237,049	-1336,098	543,193	-1595,725	648,745	-371,395	150,991
1679,099	930,796	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-1081,805	1237,049	-475,025	543,193	-567,331	648,745	-132,043	150,991
1679,099	930,796	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	879,171	1237,049	386,048	543,193	461,063	648,745	107,309	150,991
1679,099	930,796	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	2840,146	1237,049	1247,120	543,193	1489,458	648,745	346,661	150,991
1679,099	930,796	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	4801,122	1237,049	2108,193	543,193	2517,852	648,745	586,013	150,991
1679,099	930,796	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	6762,097	1237,049	2969,266	543,193	3546,246	648,745	825,365	150,991
1679,099	930,796	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-6311,073	-723,927	-2771,219	-317,879	-3309,716	-379,649	-770,314	-88,361

679,099	930,796	-19,310	3,785	-4,810	0,185	-0,349	0,049	-8311,073	1237,049	-2771,219	543,193	-3309,716	648,745	-770,314	150,991	2
4087,108	163719,139	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-190280,249	624,497	-83552,879	274,219	-99788,663	327,505	-23225,153	76,225	164
4087,108	163719,139	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	154638,631	624,497	67902,491	274,219	81097,131	327,505	18874,822	76,225	164
339,139	2265,659	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-246,617	217586,327	-108,290	95543,096	-129,333	114108,788	-30,101	26558,067	219
																496

LANTAI 5

249,995	692,926	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-3805,502	-5024,704	-1689,328	-2230,553	-1756,680	-2319,483	-323,447	-427,072	-4
249,995	692,926	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-2314,123	-5024,704	-1027,279	-2230,553	-1068,236	-2319,483	-196,688	-427,072	-4
249,995	692,926	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-822,744	-5024,704	-365,230	-2230,553	-379,792	-2319,483	-69,929	-427,072	-4
249,995	692,926	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	668,635	-5024,704	296,819	-2230,553	308,652	-2319,483	56,830	-427,072	-4
249,995	692,926	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	2160,014	-5024,704	958,867	-2230,553	997,097	-2319,483	183,589	-427,072	-4
249,995	692,926	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	3651,393	-5024,704	1620,916	-2230,553	1685,541	-2319,483	310,348	-427,072	-4
249,995	692,926	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	5142,772	-5024,704	2282,965	-2230,553	2373,985	-2319,483	437,107	-427,072	-4
249,995	692,926	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-3805,502	-3533,325	-1689,328	-1568,504	-1756,680	-1631,039	-323,447	-300,313	-2
249,995	692,926	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-2314,123	-3533,325	-1027,279	-1568,504	-1068,236	-1631,039	-196,688	-300,313	-2
249,995	692,926	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-822,744	-3533,325	-365,230	-1568,504	-379,792	-1631,039	-69,929	-300,313	-2
249,995	692,926	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	668,635	-3533,325	296,819	-1568,504	308,652	-1631,039	56,830	-300,313	-2
249,995	692,926	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	2160,014	-3533,325	958,867	-1568,504	997,097	-1631,039	183,589	-300,313	-2
249,995	692,926	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	3651,393	-3533,325	1620,916	-1568,504	1685,541	-1631,039	310,348	-300,313	-2
249,995	692,926	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	5142,772	-3533,325	2282,965	-1568,504	2373,985	-1631,039	437,107	-300,313	-2
249,995	692,926	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-3805,502	-2041,946	-1689,328	-906,455	-1756,680	-942,595	-323,447	-173,554	-1
249,995	692,926	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-2314,123	-2041,946	-1027,279	-906,455	-1068,236	-942,595	-196,688	-173,554	-1
249,995	692,926	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-822,744	-2041,946	-365,230	-906,455	-379,792	-942,595	-69,929	-173,554	-1
249,995	692,926	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	668,635	-2041,946	296,819	-906,455	308,652	-942,595	56,830	-173,554	-1
249,995	692,926	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	5142,772	-2041,946	2282,965	-906,455	2373,985	-942,595	437,107	-173,554	-1
249,995	692,926	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-3805,502	-550,567	-1689,328	-244,406	-1756,680	-254,151	-323,447	-46,795	-1
249,995	692,926	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-2314,123	-550,567	-1027,279	-244,406	-1068,236	-254,151	-196,688	-46,795	-1
249,995	692,926	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-822,744	-550,567	-365,230	-244,406	-379,792	-254,151	-69,929	-46,795	-1
249,995	692,926	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	668,635	-550,567	296,819	-244,406	308,652	-254,151	56,830	-46,795	-1
249,995	692,926	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	2160,014	-550,567	958,867	-244,406	997,097	-254,151	183,589	-46,795	-1
249,995	692,926	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	3651,393	-550,567	1620,916	-244,406	1685,541	-254,151	310,348	-46,795	-1
249,995	692,926	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	5142,772	-550,567	2282,965	-244,406	2373,985	-254,151	437,107	-46,795	-1
249,995	692,926	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-3805,502	940,812	-1689,328	417,642	-1756,680	434,294	-323,447	79,964	1
249,995	692,926	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-2314,123	940,812	-1027,279	417,642	-1068,236	434,294	-196,688	79,964	1
249,995	692,926	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-822,744	940,812	-365,230	417,642	-379,792	434,294	-69,929	79,964	1
249,995	692,926	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	668,635	940,812	296,819	417,642	308,652	434,294	56,830	79,964	1
249,995	692,926	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	2160,014	940,812	958,867	417,642	997,097	434,294	183,589	79,964	1
249,995	692,926	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	3651,393	940,812	1620,916	417,642	1685,541	434,294	310,348	79,964	1
249,995	692,926	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	5142,772	940,812	2282,965	417,642	2373,985	434,294	437,107	79,964	1
249,995	692,926	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-4799,755	-550,567	-2130,694	-244,406	-2215,643	-254,151	-407,953	-46,795	-1
249,995	692,926	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,249	0,049	-4799,755	940,812	-2130,694	-417,642	-2215,643	434,294	-407,953	79,964	1
3042,623	121879,709	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-144713,665	474,948	-64240,895	210,838	-66802,119	219,244	-12299,864	40,368	122
3042,623	121879,709	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	117607,178	474,948	52207,857	210,838	54289,336	219,244	9995,962	40,368	122
9863,410	1686,656	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-187,559	165480,732	-83,261	73459,754	-86,580	76388,526	-15,941	14064,951	167
																371

LANTAI 6

713,615	395,587	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-1906,207	-2516,916	-786,873	-1038,971	-555,406	-733,347	113,661	150,076	-2
713,615	395,587	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-1159,163	-2516,916	-478,497	-1038,971	-337,742	-733,347	69,117	150,076	-2
713,615	395,587	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-412,119	-2516,916	-170,121	-1038,971	-120,078	-733,347	24,573	150,076	-2
713,615	395,587	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	334,925	-2516,916	138,255	-1038,971	97,586	-733,347	-19,970	150,076	-2
713,615	395,587	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	1081,969	-2516,916	446,631	-1038,971	315,250	-733,347	-64,514	150,076	-2
713,615	395,587	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	1829,013	-2516,916	755,008	-1038,971	532,914	-733,347	-109,058	150,076	-2
713,615	395,587	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	2576,057	-2516,916	1063,384	-1038,971	750,578	-733,347	-153,602	150,076	-2
713,615	395,587	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-1906,207	-1769,872	-786,873	-730,594	-555,406	-515,682	113,661	105,532	-1

13,615	395,587	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-1159,163	-1769,872	-478,497	-730,594	-337,742	-515,682	69,117	105,532	-13
13,615	395,587	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-412,119	-1769,872	-170,121	-730,594	-120,078	-515,682	24,573	105,532	-13
13,615	395,587	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	334,925	-1769,872	138,255	-730,594	97,586	-515,682	-19,970	105,532	-13
13,615	395,587	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	1081,969	-1769,872	446,631	-730,594	315,250	-515,682	-64,514	105,532	-13
13,615	395,587	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	1829,013	-1769,872	755,008	-730,594	532,914	-515,682	-109,058	105,532	-13
13,615	395,587	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	2576,057	-1769,872	1063,384	-730,594	750,578	-515,682	-153,602	105,532	-13
13,615	395,587	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-1906,207	-1022,828	-786,873	-422,218	-555,406	-298,018	113,661	60,988	-6
13,615	395,587	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-1159,163	-1022,828	-478,497	-422,218	-337,742	-298,018	69,117	60,988	-6
13,615	395,587	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-412,119	-1022,828	-170,121	-422,218	-120,078	-298,018	24,573	60,988	-6
13,615	395,587	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	334,925	-1022,828	138,255	-422,218	97,586	-298,018	-19,970	60,988	-6
13,615	395,587	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	2576,057	-1022,828	1063,384	-422,218	750,578	-298,018	-153,602	60,988	-6
13,615	395,587	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-1906,207	-275,784	-786,873	-113,842	-555,406	-80,354	113,661	16,444	2
13,615	395,587	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-1159,163	-275,784	-478,497	-113,842	-337,742	-80,354	69,117	16,444	2
13,615	395,587	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-412,119	-275,784	-170,121	-113,842	-120,078	-80,354	24,573	16,444	2
13,615	395,587	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	334,925	-275,784	138,255	-113,842	97,586	-80,354	-19,970	16,444	2
13,615	395,587	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	1081,969	-275,784	446,631	-113,842	315,250	-80,354	-64,514	16,444	2
13,615	395,587	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	1829,013	-275,784	755,008	-113,842	532,914	-80,354	-109,058	16,444	2
13,615	395,587	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	2576,057	-275,784	1063,384	-113,842	750,578	-80,354	-153,602	16,444	2
13,615	395,587	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-1906,207	471,260	-786,873	194,534	-555,406	137,310	113,661	-28,100	8
13,615	395,587	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-1159,163	471,260	-478,497	194,534	-337,742	137,310	69,117	-28,100	8
13,615	395,587	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-412,119	471,260	-170,121	194,534	-120,078	137,310	24,573	-28,100	8
13,615	395,587	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	334,925	471,260	138,255	194,534	97,586	137,310	-19,970	-28,100	8
13,615	395,587	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	1081,969	471,260	446,631	194,534	315,250	137,310	-64,514	-28,100	8
13,615	395,587	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	1829,013	471,260	755,008	194,534	532,914	137,310	-109,058	-28,100	8
13,615	395,587	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	2576,057	471,260	1063,384	194,534	750,578	137,310	-153,602	-28,100	8
13,615	395,587	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-2404,237	-275,784	-992,457	-113,842	-700,516	-80,354	143,357	16,444	2
13,615	395,587	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,249	0,049	-2404,237	471,260	-992,457	194,534	-700,516	137,310	143,357	-28,100	8
*13,615	69580,422	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-72488,267	237,906	-29922,803	98,206	-21120,698	69,318	-4322,245	-14,186	698
*13,615	69580,422	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	58910,404	237,906	34317,928	98,206	17164,555	69,318	-3512,640	-14,186	698
13,752	962,902	-0,310	3,785	0,013	32,506	-0,010	8,588	-93,950	82890,661	-38,782	34216,861	-27,374	24151,614	5,602	-2942,507	838
				113,426	94,030											

LANTAI 7

133,607	184,933	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-45,771	-60,436	-4,503	-5,945	-27,851	-36,773	7,445	9,830	1
133,607	184,933	-14,310	-20,215	2,642	5,272	-0,185	-0,261	-42,782	-60,436	-4,209	-5,945	-26,032	-36,773	6,958	9,830	1
133,607	184,933	-13,310	-20,215	2,285	5,272	-0,172	-0,261	-39,792	-60,436	-3,914	-5,945	-24,212	-36,773	6,472	9,830	1
133,607	184,933	-12,310	-20,215	1,955	5,272	-0,159	-0,261	-36,802	-60,436	-3,620	-5,945	-22,393	-36,773	5,986	9,830	1
133,607	184,933	-11,310	-20,215	1,650	5,272	-0,146	-0,261	-33,813	-60,436	-3,326	-5,945	-20,574	-36,773	5,500	9,830	1
133,607	184,933	-10,310	-20,215	1,371	5,272	-0,133	-0,261	-30,823	-60,436	-3,032	-5,945	-18,755	-36,773	5,013	9,830	1
133,607	184,933	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-27,834	-60,436	-2,738	-5,945	-16,936	-36,773	4,527	9,830	1
133,607	184,933	-8,310	-14,215	0,891	2,607	-0,107	-0,183	-24,844	-42,498	-2,444	-4,181	-15,117	-25,859	4,041	6,912	1
133,607	184,933	-7,310	-14,215	0,689	2,607	-0,094	-0,183	-21,854	-42,498	-2,150	-4,181	-13,298	-25,859	3,555	6,912	1
133,607	184,933	-6,310	-14,215	0,514	2,607	-0,081	-0,183	-18,865	-42,498	-1,856	-4,181	-11,479	-25,859	3,068	6,912	1
133,607	184,933	-5,310	-14,215	0,364	2,607	-0,068	-0,183	-15,875	-42,498	-1,562	-4,181	-9,660	-25,859	2,582	6,912	1
133,607	184,933	-4,310	-14,215	0,240	2,607	-0,056	-0,183	-12,885	-42,498	-1,268	-4,181	-7,840	-25,859	2,096	6,912	1
133,607	184,933	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-9,896	-42,498	-0,973	-4,181	-6,021	-25,859	1,609	6,912	1
133,607	184,933	-2,310	-14,215	0,069	2,607	-0,030	-0,183	-6,906	-42,498	-0,679	-4,181	-4,202	-25,859	1,123	6,912	1
133,607	184,933	-1,310	-8,215	0,022	0,871	-0,017	-0,106	-3,916	-24,560	-0,385	-2,416	-2,383	-14,944	0,637	3,995	1
133,607	184,933	-0,310	-8,215	0,001	0,871	-0,004	-0,106	-0,927	-24,560	-0,091	-2,416	-0,564	-14,944	0,151	3,995	1
133,607	184,933	0,690	-8,215	0,006	0,871	0,009	-0,106	2,063	-24,560	0,203	-2,416	1,255	-14,944	-0,336	3,995	1
133,607	184,933	1,690	-8,215	0,037	0,871	0,022	-0,106	5,052	-24,560	0,497	-2,416	3,074	-14,944	-0,822	3,995	1
133,607	184,933	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	8,042	-6,622	0,791	-0,651	4,893	-4,029	-1,308	1,077	1
133,607	184,933	3,690	-2,215	0,176	0,063	0,048	-0,029	11,032	-6,622	1,085	-0,651	6,713	-4,029	-1,794	1,077	1
133,607	184,933	4,690	-2,215	0,284	0,063	0,061	-0,029	14,021	-6,622	1,379	-0,651	8,532	-4,029	-2,281	1,077	1
133,607	184,933	5,690	-2,215	0,418	0,063	0,073	-0,029	17,011	-6,622	1,673	-0,651	10,351	-4,029	-2,767	1,077	1

PERHITUNGAN PUSAT MASSA

Letak As	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai 1					
Pelat lantai					
Bidang 1	581280	22	12	19388160	10575360
Bidang 2	10560	3	21	31680	221760
Balok induk memanjang					
* balok A	15552	22	0	342144	0
* balok C	15552	22	6	342144	93312
* balok E	15552	22	12	342144	186624
* balok G	17280	22	18	380160	311040
* balok I	17280	22	24	380160	414720
Balok induk melintang					
* balok 0	1800	0	21	0	37800
* balok 1	10368	4	12	41472	124416
* balok 2	10368	10	12	103680	124416
* balok 3	10368	16	12	165888	124416
* balok 4	10368	22	12	228096	124416
* balok 5	10368	28	12	290304	124416
* balok 6	10368	34	12	352512	124416
* balok 7	10368	40	12	414720	124416
Balok Anak					
* balok B	10800	22	3	237600	32400
* balok D	10800	22	9	237600	97200
* balok F	10800	22	15	237600	162000
* balok H	11400	22	21	250800	239400
* balok O	600	2	21	1200	12600
Kolom					
* kolom A1	1728	4	0	6912	0
* kolom A2	1728	10	0	17280	0
* kolom A3	1728	16	0	27648	0
* kolom A4	1728	22	0	38016	0
* kolom A5	1728	28	0	48384	0
* kolom A6	1728	34	0	58752	0
* kolom A7	1728	40	0	69120	0
* kolom C1	1728	4	6	6912	10368
* kolom C2	1728	10	6	17280	10368
* kolom C3	1728	16	6	27648	10368
* kolom C4	1728	22	6	38016	10368
* kolom C5	1728	28	6	48384	10368
* kolom C6	1728	34	6	58752	10368
* kolom C7	1728	40	6	69120	10368
* kolom E1	1728	4	12	6912	20736
* kolom E2	1728	10	12	17280	20736
* kolom E3	1728	16	12	27648	20736
* kolom E4	1728	22	12	38016	20736
* kolom E5	1728	28	12	48384	20736
* kolom E6	1728	34	12	58752	20736
* kolom E7	1728	40	12	69120	20736
* kolom G1	1728	0	18	0	31104
* kolom G2	1728	4	18	6912	31104
* kolom G3	1728	10	18	17280	31104
* kolom G4	1728	16	18	27648	31104
* kolom G5	1728	22	18	38016	31104
* kolom G6	1728	28	18	48384	31104
* kolom G7	1728	34	18	58752	31104
* kolom G8	1728	40	18	69120	31104
* kolom I1	1728	0	24	0	41472
* kolom I2	1728	4	24	6912	41472
* kolom I3	1728	10	24	17280	41472
* kolom I4	1728	16	24	27648	41472
* kolom I5	1728	22	24	38016	41472
* kolom I6	1728	28	24	48384	41472
* kolom I7	1728	34	24	58752	41472
* kolom I8	1728	40	24	69120	41472
Dinding bata arah memanjang					
* As A	12000	22	0	264000	0
* As C	12000	22	6	264000	72000
* As E	6000	10	12	60000	72000
* As G	2000	2	18	4000	36000
* As I	20000	20	24	400000	480000
* As H	3000	18	21	57000	63000
* As D	3000	13	9	39000	27000
Dinding bata arah melintang					
* As 0	3000	0	21	0	63000
* As 1	3000	2	21	6000	63000
* As 2	6000	10	6	60000	36000
* As 3	6000	16	6	96000	36000
* As 4	3000	22	3	66000	9000
* As 5	3000	28	3	102000	9000

Letak As	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai atap					
Pelat lantai atap					
Bidang 1	72144	22	10,5	1587168	757512
Bidang 2	36072	7	12	252504	432864
Bidang 3	36072	37	12	1324664	432864
Bidang 4	102304	17	21	1737468	2146284
Balok memanjang					
As A	10368	22	0	228096	0
As C	15552	22	6	342144	93312
As E	2592	7	12	18144	31104
	2592	37	12		
As G	17280	20	18	345600	311040
As I	14688	17	24	246896	352512
Balok melintang					
As 0	2592	0	21	0	54432
As 1	7776	4	18	31104	116640
As 2	10368	10	12	103680	124416
As 3	2592	16	6	41472	15552
	2592	16	21	41472	54432
As 4	2592	22	6	57024	15552
	2592	22	21	57024	54432
As 5	2592	28	6	72576	15552
	2592	28	21	72576	54432
As 6	10368	34	12	352512	124416
As 7	5184	40	12	207360	82208
Balok anak					
As B	7200	22	3	158400	21600
As D	1800	7	9	12600	16200
	1800	37	9	66600	16200
As F	1800	7	15	12600	27000
	1800	37	15	66600	27000
As H	9600	18	21	172800	201600
As O	1800	2	21	3600	37800
Kolom					
* kolom A2	1728	10	0	17280	0
* kolom A3	1728	16	0	27648	0
* kolom A4	1728	22	0	38016	0
* kolom A5	1728	28	0	48384	0
* kolom A6	1728	34	0	58752	0
* kolom C1	1728	4	6	6912	10368
* kolom C2	1728	10	6	17280	10368
* kolom C3	1728	16	6	27648	10368
* kolom C4	1728	22	6	38016	10368
* kolom C5	1728	28	6	48384	10368
* kolom C6	1728	34	6	58752	10368
* kolom C7	1728	40	6	69120	10368
* kolom E1	1728	4	12	6912	20736
* kolom E2	1728	10	12	17280	20736
* kolom E6	1728	34	12	58752	20736
* kolom E7	1728	40	12	69120	20736
* kolom G1	1728	0	18	0	31104
* kolom G2	1728	4	18	6912	31104
* kolom G3	1728	10	18	17280	31104
* kolom G4	1728	16	18	27648	31104
* kolom G5	1728	22	18	38016	31104
* kolom G6	1728	28	18	48384	31104
* kolom G7	1728	34	18	58752	31104
* kolom G8	1728	40	18	69120	31104
* kolom I1	1728	0	24	0	41472
* kolom I2	1728	4	24	6912	41472
* kolom I3	1728	10	24	17280	41472
* kolom I4	1728	16	24	27648	41472
* kolom I5	1728	22	24	38016	41472
* kolom I6	1728	28	24	48384	41472
* kolom I7	1728	34	24	58752	41472
Dinding bata arah memanjang					
* As A	12000	22	0	264000	0
* As C	3000	7	6	21000	18000
	3000	37	6	111000	18000
* As G	2000	2	18	4000	36000
	3000	37	18	111000	54000
* As I	17000	17	24	289000	408000
Dinding bata arah melintang					
* As 0	3000	0	21	0	63000
* As 1	3000	2	21	6000	63000
* As 2	6000	4	9	24000	54000
* As 3	3000	10	6	30000	18000
* As 4	3000	16	3	102000	9000
* As 5	3000	22	3	102000	9000

Dinding geser					
As 3	8640	16	21	138240	181440
As 4	8640	22	21	190080	181440
As 1	8640	19	24	164160	207360
	1283188			27465104	15780954
	X= 21,404				
	Y= 12,298				

Letak As	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai 2					
Pelat lantai					
Bidang 1	619290	25	10,5	15482250	6502545
Bidang 2	22117,5	13,75	22,5	304115,625	497643,75
Bidang 3	53082	31	22,5	1645542	1194345
Balok memanjang					
As A	15552	22	0	342144	0
As C	12960	25	6	324000	77760
As E	15552	22	12	342144	186624
As G	12960	25	18	324000	233280
	1728	2	18	3456	31104
As I	17280	20	24	345600	414720
Balok melintang					
As 0	2592	0	21	0	54432
As 1	10368	4	12	41472	124416
As 2	10368	10	12	103680	124416
As 3	10368	16	12	165888	124416
As 4	10368	22	12	228096	124416
As 5	10368	28	12	290304	124416
As 6	10368	34	12	352512	124416
As 7	10368	40	12	414720	124416
Balok anak					
As B	9000	25	3	225000	27000
As D	9000	25	9	225000	81000
As F	9000	25	15	225000	135000
As H	9000	25	21	225000	189000
	600	3	21	1800	12600
As 0	1800	2	21	3600	37800
As 3'	1800	17,5	21	31500	37800
Kolom					
* kolom A1	3456	4	0	13824	0
* kolom A2	3456	10	0	34560	0
* kolom A3	3456	16	0	55296	0
* kolom A4	3456	22	0	76032	0
* kolom A5	3456	28	0	96768	0
* kolom A6	3456	34	0	117504	0
* kolom A7	3456	40	0	138240	0
* kolom C1	3456	4	6	13824	20736
* kolom C2	3456	10	6	34560	20736
* kolom C3	3456	16	6	55296	20736
* kolom C4	3456	22	6	76032	20736
* kolom C5	3456	28	6	96768	20736
* kolom C6	3456	34	6	117504	20736
* kolom C7	3456	40	6	138240	20736
* kolom E1	3456	4	12	13824	41472
* kolom E2	3456	10	12	34560	41472
* kolom E3	3456	16	12	55296	41472
* kolom E4	3456	22	12	76032	41472
* kolom E5	3456	28	12	96768	41472
* kolom E6	3456	34	12	117504	41472
* kolom E7	3456	40	12	138240	41472
* kolom G0	3456	0	18	0	62208
* kolom G1	3456	4	18	13824	62208
* kolom G2	3456	10	18	34560	62208
* kolom G3	3456	16	18	55296	62208
* kolom G4	3456	22	18	76032	62208
* kolom G5	3456	28	18	96768	62208
* kolom G6	3456	34	18	117504	62208
* kolom G7	3456	40	18	138240	62208
* kolom I0	3456	0	24	0	82944
* kolom I1	3456	4	24	13824	82944
* kolom I2	3456	10	24	34560	82944
* kolom I3	3456	16	24	55296	82944
* kolom I4	3456	22	24	76032	82944
* kolom I5	3456	28	24	96768	82944
* kolom I6	3456	34	24	117504	82944
* kolom I7	3456	40	24	138240	82944
Dinding bata arah memanjang					
As A	36000	22	0	792000	0
As E	2250	7	12	15750	27000
As G	4000	2	18	8000	72000
As H	4500	19,75	21	88875	94500
As I	40000	20	24	800000	960000
Dinding bata arah melintang					

Dinding geser					
As 3	8640	16	21	138240	181440
As 4	8640	22	21	190080	181440
As 1	8640	19	24	164160	207360
	533692			10491324	7737852
	N= 19,662				
	Y= 14,499				

Letak As	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai 3					
Pelat lantai					
Bidang 1	80190	7	7,5	561330	601425
Bidang 2	561330	25	10,5	14033250	5893965
Bidang 3	48114	31	22,5	1491534	1082565
Bidang 4	32076	10	22,5	320760	721710
Bidang 5	10692	5	18	53460	192456
Bidang 6	10692	3	21	32076	224532
Balok memanjang					
As A	15552	22	0	342144	0
As C	15552	22	6	342144	93312
As E	15552	22	12	342144	186624
As G	12960	25	18	324000	233280
	2592	3	18	7776	46656
As I	17280	20	24	345600	414720
Balok melintang					
As 0	2592	0	21	0	54432
As 1	10368	4	12	41472	124416
As 2	10368	10	12	103680	124416
As 3	10368	16	12	165888	124416
As 4	10368	22	12	228096	124416
As 5	10368	28	12	290304	124416
As 6	10368	34	12	352512	124416
As 7	10368	40	12	414720	124416
Balok anak					
As B	10800	22	3	237600	32400
As D	10800	22	9	237600	97200
As F	10800	22	15	237600	162000
As H	11400	22	21	250800	239400
As 0	1800	2	21	3600	37800
As 1'	1800				
As 3'	1800	17,5	21	31500	37800
Kolom					
* kolom A1	3456	4	0	13824	0
* kolom A2	3456	10	0	34560	0
* kolom A3	3456	16	0	55296	0
* kolom A4	3456	22	0	76032	0
* kolom A5	3456	28	0	96768	0
* kolom A6	3456	34	0	117504	0
* kolom A7	3456	40	0	138240	0
* kolom C1	3456	4	6	13824	20736
* kolom C2	3456	10	6	34560	20736
* kolom C3	3456	16	6	55296	20736
* kolom C4	3456	22	6	76032	20736
* kolom C5	3456	28	6	96768	20736
* kolom C6	3456	34	6	117504	20736
* kolom C7	3456	40	6	138240	20736
* kolom E1	3456	4	12	13824	41472
* kolom E2	3456	10	12	34560	41472
* kolom E3	3456	16	12	55296	41472
* kolom E4	3456	22	12	76032	41472
* kolom E7	3456	40	12	138240	41472
* kolom G0	3456	0	18	0	62208
* kolom G1	3456	4	18	13824	62208
* kolom G2	3456	10	18	34560	62208
* kolom G3	3456	16	18	55296	62208
* kolom G4	3456	22	18	76032	62208
* kolom G5	3456	28	18	96768	62208
* kolom G6	3456	34	18	117504	62208
* kolom G7	3456	40	18	138240	62208
* kolom I0	3456	0	24	0	82944
* kolom I1	3456	4	24	13824	82944
* kolom I2	3456	10	24	34560	82944
* kolom I3	3456	16	24	55296	82944
* kolom I4	3456	22	24	76032	82944
* kolom I5	3456	28	24	96768	82944
* kolom I6	3456	34	24	117504	82944
* kolom I7	3456	40	24	138240	82944
Dinding bata arah memanjang					
As A	36000	22	0	792000	0
As E	2250	7	12	15750	27000
As F	1500	8	15	12000	22500
As G	4000	2	18	8000	72000
	4500	19,75	18	88875	81000

As 0	6000	21	0	126000	0
As 1	24000	7	12	168000	288000
As 2	9000	2	18	18000	162000
As 7	24000	19,75	21	474000	504000
Dinding geser					
As 3	17280	16	21	276480	362880
As 4	17280	22	21	380160	362880
As 1	17280	19	24	328320	414720
	1215351,5			27783528,63	15428217,75
	X= 22,860				
	Y= 12,694				

As H	1500	8	21	12000	31500
	4500	19,75	18	88875	81000
As I	40000	20	24	800000	960000
Dinding bata arah melintang					
As 0	6000	0	21	0	126000
As 1	24000	4	12	96000	288000
As 2	2250	10	18	22500	40500
	12000	10	6	120000	72000
As 3	3000	16	3	48000	9000
	12000	16	12	192000	144000
As 7	24000	40	12	960000	288000
Dinding geser					
As 3	17280	16	21	276480	362880
As 4	17280	22	21	380160	362880
As 1	17280	19	24	328320	414720
	1297250			27479398	16119897
	X= 21,183				
	Y= 12,426				

Letak As	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai 4					
Pelat lantai					
Bidang 1	170856	16	9	2733696	1537704
Bidang 2	14238	23,5	3	334593	42714
Bidang 3	14238	23,5	21	334593	298998
Bidang 4	28476	16	19,5	455616	55282
Bidang 5	28476	10	22,5	284760	640710
Bidang 6	4746	5	19,5	23730	92547
Bidang 7	9492	3	21	28476	199332
Balok memanjang					
As A	15552	22	0	342144	0
As C	6480	17,5	6	113400	38880
As E	7776	13	12	101088	93312
As G	2592	3	18	7776	46656
	6480	17,5	18	113400	116640
As I	17280	20	24	345600	414720
Balok melintang					
As 0	2592	0	21	0	54432
As 1	10368	4	12	41472	124416
As 2	10368	10	12	103680	124416
As 3	10368	16	12	165888	124416
As 4	10368	22	12	228096	124416
As 7	10368	40	12	414720	124416
Balok anak					
As B	4500	17,5	3	78750	13500
As D	3600	16	9	57600	32400
As F	3600	16	15	57600	54000
As H	6900	13,5	21	93150	144900
As 0	1800	2	21	3600	37800
As 1'	900	6	19,5	5400	17550
As 3'	1800	17,5	21	31500	37800
As 4'	1800	25	3	45000	5400
As 4'	1800	25	21	45000	37800

Kolom					
* kolom A1	3456	4	0	13824	0
* kolom A2	3456	10	0	34560	0
* kolom A3	3456	16	0	55296	0
* kolom A4	3456	22	0	76032	0
* kolom A5	3456	28	0	96768	0
* kolom A6	3456	34	0	117504	0
* kolom A7	3456	40	0	138240	0
* kolom C1	3456	4	6	13824	20736
* kolom C2	3456	10	6	34560	20736
* kolom C3	3456	16	6	55296	20736
* kolom C4	3456	22	6	76032	20736
* kolom C5	3456	28	6	96768	20736
* kolom C6	3456	34	6	117504	20736
* kolom C7	3456	40	6	138240	20736
* kolom E1	3456	4	12	13824	41472
* kolom E2	3456	10	12	34560	41472
* kolom E3	3456	16	12	55296	41472
* kolom E4	3456	22	12	76032	41472
* kolom E7	3456	40	12	138240	41472
* kolom G0	3456	0	18	0	62208
* kolom G1	3456	4	18	13824	62208
* kolom G2	3456	10	18	34560	62208
* kolom G3	3456	16	18	55296	62208
* kolom G4	3456	22	18	76032	62208
* kolom G5	3456	28	18	96768	62208
* kolom G6	3456	34	18	117504	62208
* kolom G7	3456	40	18	138240	62208
* kolom I0	3456	0	24	0	82944
* kolom I1	3456	4	24	13824	82944
* kolom I2	3456	10	24	34560	82944

Letak As	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai 5					
Pelat lantai					
Bidang 1	403830	7	7,5	2826810	3028725
Bidang 2	57690	25	10,5	1442250	605745
Bidang 3	34614	31	22,5	1075034	778815
Bidang 4	23076	10	22,5	230760	519210
Bidang 5	7692	5	18	38460	138456
Bidang 6	7692	3	21	23076	161532
Balok memanjang					
As A	15552	22	0	342144	0
As C	15552	22	6	342144	93312
As E	15552	22	12	342144	186624
As G	12960	25	18	324000	233280
	2592	3	18	7776	46656
As I	17280	20	24	345600	414720
Balok melintang					
As 0	2592	0	21	0	54432
As 1	10368	4	12	41472	124416
As 2	10368	10	12	103680	124416
As 3	10368	16	12	165888	124416
As 4	10368	22	12	228096	124416
As 5	10368	28	12	290304	124416
As 6	10368	34	12	352512	124416
As 7	10368	40	12	414720	124416
Balok anak					
As B	10800	22	3	237600	32400
As D	10800	22	9	237600	97200
As F	10800	22	15	237600	162000
As H	11400	22	21	250800	239400
As 0	1800	2	21	3600	37800
As 1'	1800	6	18	10800	32400
As 3'	1800	17,5	21	31500	37800

Kolom					
* kolom A1	3456	4	0	13824	0
* kolom A2	3456	10	0	34560	0
* kolom A3	3456	16	0	55296	0
* kolom A4	3456	22	0	76032	0
* kolom A5	3456	28	0	96768	0
* kolom A6	3456	34	0	117504	0
* kolom A7	3456	40	0	138240	0
* kolom C1	3456	4	6	13824	20736
* kolom C2	3456	10	6	34560	20736
* kolom C3	3456	16	6	55296	20736
* kolom C4	3456	22	6	76032	20736
* kolom C5	3456	28	6	96768	20736
* kolom C6	3456	34	6	117504	20736
* kolom C7	3456	40	6	138240	20736
* kolom E1	3456	4	12	13824	41472
* kolom E2	3456	10	12	34560	41472
* kolom E3	3456	16	12	55296	41472
* kolom E4	3456	22	12	76032	41472
* kolom E7	3456	40	12	138240	41472
* kolom G0	3456	0	18	0	62208
* kolom G1	3456	4	18	13824	62208
* kolom G2	3456	10	18	34560	62208
* kolom G3	3456	16	18	55296	62208
* kolom G4	3456	22	18	76032	62208
* kolom G5	3456	28	18	96768	62208
* kolom G6	3456	34	18	117504	62208
* kolom G7	3456	40	18	138240	62208
* kolom I0	3456	0	24	0	82944
* kolom I1	3456	4	24	13824	82944
* kolom I2	3456	10	24	34560	82944

* kolom 12	3456	10	24	34560	82944
* kolom 13	3456	16	24	55296	82944
* kolom 14	3456	22	24	76032	82944
* kolom 15	3456	28	24	96768	82944
* kolom 16	3456	34	24	117504	82944
* kolom 17	3456	40	24	138240	82944
Dinding bata arah memanjang					
As A	36000	22	0	792000	0
As C	1125	23,5	6	26437,5	6750
As E	6000	12	12	78000	72000
As G	6000	3	18	18000	108000
As I	7500	21,25	18	159375	135000
	40000	20	24	800000	960000
Dinding bata arah melintang					
As 0	6000	21	0	126000	0
As 1	24000	4	12	96000	288000
As 2	7875	2	18	15750	141750
As 3	9000				
As 4	9000				
As 7	24000	19,75	21	474000	504000
Dinding geser					
As 3	17280	16	21	276480	362880
As 4	17280	22	21	380160	362880
As I	17280	19	24	328320	414720
	757114			12607698,5	10004863
	X= 16,652				
	Y= 13,214				

* kolom 13	3456	16	24	55296	82944
* kolom 14	3456	22	24	76032	82944
* kolom 15	3456	28	24	96768	82944
* kolom 16	3456	34	24	117504	82944
* kolom 17	3456	40	24	138240	82944
Dinding bata arah memanjang					
As A	36000	22	0	792000	0
As E	12000	10	12	120000	144000
As F	1500	8	15	12000	22500
As G	10500	22,75	18	238875	189000
As H	4000	2	18	8000	72000
As I	1500	8	21	12000	31500
	4500	19,75	18	88875	81000
As I	40000	20	24	800000	960000
Dinding bata arah melintang					
As 0	6000	0	21	0	126000
As 1	24000	4	12	96000	288000
As 2	2250	10	18	22500	40500
As 3	6000	16	15	96000	90000
As 5	6000	28	21	168000	126000
As 7	24000	40	12	960000	258000
Dinding geser					
As 3	17280	16	21	276480	362880
As 4	17280	22	21	380160	362880
As I	17280	19	24	328320	414720
	1089500			16790428	12884127
	X= 15,411				
	Y= 11,825				

Letak	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai 6					
Pelat lantai					
Bidang 1	403830	7	7,5	2826810	3028725
Bidang 2	57690	25	10,5	1442250	605745
Bidang 3	34614	31	22,5	1073034	778815
Bidang 4	23076	10	22,5	230760	519210
Bidang 5	7692	5	18	38460	138456
Bidang 6	7692	3	21	23076	161532
Balok memanjang					
As A	15552	22	0	342144	0
As C	15552	22	6	342144	93312
As E	15552	22	12	342144	186624
As G	12960	25	18	324000	233280
As I	2592	3	18	7776	46656
	17280	20	24	345600	414720
Balok melintang					
As 0	2592	0	21	0	54432
As 1	10368	4	12	41472	124416
As 2	10368	10	12	103680	124416
As 3	10368	16	12	165888	124416
As 4	10368	22	12	228096	124416
As 5	10368	28	12	290304	124416
As 6	10368	34	12	352512	124416
As 7	10368	40	12	414720	124416
Balok anak					
As B	10800	22	3	237600	32400
As D	10800	22	9	237600	97200
As F	10800	22	15	237600	162000
As H	11400	21	21	239400	239400
As 0	1800	2	21	3600	37800
As 1'	1800	6	18	10800	32400
As 3'	1800	17,5	21	31500	37800

* kolom A1	3456	4	0	13824	0
* kolom A2	3456	10	0	34560	0
* kolom A3	3456	16	0	55296	0
* kolom A4	3456	22	0	76032	0
* kolom A5	3456	28	0	96768	0
* kolom A6	3456	34	0	117504	0
* kolom A7	3456	40	0	138240	0
* kolom C1	3456	4	6	13824	20736
* kolom C2	3456	10	6	34560	20736
* kolom C3	3456	16	6	55296	20736
* kolom C4	3456	22	6	76032	20736
* kolom C5	3456	28	6	96768	20736
* kolom C6	3456	34	6	117504	20736
* kolom C7	3456	40	6	138240	20736
* kolom E1	3456	4	12	13824	41472
* kolom E2	3456	10	12	34560	41472
* kolom E3	3456	16	12	55296	41472
* kolom E4	3456	22	12	76032	41472
* kolom E7	3456	40	12	138240	41472

Letak	berat (W) kg	Jarak (X) m	Jarak (Y) m	W dx kgm	W dy kgm
Lantai 7					
Pelat lantai					
Bidang 1	323064	22	10,5	7107408	3392172
Bidang 2	73074	7	13,5	511518	986499
Bidang 3	46152	37	12	1707624	553824
Bidang 4	23076	28	22,5	646128	519210
Bidang 5	23076	10	22,5	230760	519210
Bidang 6	7692	3	21	23076	161532
Bidang 7	7692	5	18	38460	138456
Balok memanjang					
As A	15552	22	0	342144	0
As C	15552	22	6	342144	93312
As E	15552	22	12	342144	186624
As G	12960	25	18	324000	233280
As I	2592	3	18	7776	46656
	17280	20	24	345600	414720
Balok melintang					
As 0	2592	0	21	0	54432
As 1	10368	4	12	41472	124416
As 2	10368	10	12	103680	124416
As 3	10368	16	12	165888	124416
As 4	10368	22	12	228096	124416
As 5	10368	28	12	290304	124416
As 6	10368	34	12	352512	124416
As 7	10368	40	12	414720	124416
Balok anak					
As B	7200	22	3	158400	21600
As D	10800	22	9	237600	97200
As F	10800	22	15	237600	162000
As H	9600	18	21	172800	201600
As 0	1800	2	21	3600	37800
As 1'	1800	6	18	10800	32400
As 3'	1800	17,5	21	31500	37800

* kolom A1	3456	4	0	13824	0
* kolom A2	3456	10	0	34560	0
* kolom A3	3456	16	0	55296	0
* kolom A4	3456	22	0	76032	0
* kolom A5	3456	28	0	96768	0
* kolom A6	3456	34	0	117504	0
* kolom A7	3456	40	0	138240	0
* kolom C1	3456	4	6	13824	20736
* kolom C2	3456	10	6	34560	20736
* kolom C3	3456	16	6	55296	20736
* kolom C4	3456	22	6	76032	20736
* kolom C5	3456	28	6	96768	20736
* kolom C6	3456	34	6	117504	20736
* kolom C7	3456	40	6	138240	20736
* kolom E1	3456	4	12	13824	41472
* kolom E2	3456	10	12	34560	41472
* kolom E3	3456	16	12	55296	41472
* kolom E4	3456	22	12	76032	41472

* kolom G1	3456	4	18	13824	62208
* kolom G2	3456	10	18	34560	62208
* kolom G3	3456	16	18	55296	62208
* kolom G4	3456	22	18	76032	62208
* kolom G5	3456	28	18	96768	62208
* kolom G6	3456	34	18	117504	62208
* kolom G7	3456	40	18	138240	62208
* kolom H1	3456	0	24	0	82944
* kolom H2	3456	4	24	13824	82944
* kolom H3	3456	10	24	34560	82944
* kolom H4	3456	16	24	55296	82944
* kolom H5	3456	22	24	76032	82944
* kolom H6	3456	28	24	96768	82944
* kolom H7	3456	34	24	117504	82944
* kolom H8	3456	40	24	138240	82944

Dinding bata arah memanjang

As A	36000	22	0	792000	0
As D	12000	22	9	264000	108000
As E	12000	10	12	120000	144000
	12000	34	12	408000	144000
As F	1500	8	15	12000	22500
	6000	25	15	150000	90000
As G	4000	2	18	8000	72000
	4500	19,75	18	88875	81000
As H	1500	8	21	12000	31500
	4500	19,75	18	88875	81000
As I	40000	20	24	800000	960000

Dinding bata arah melintang

As 0	6000	0	21	0	126000
As 1	18000	4	9	72000	162000
	2250	6	18	13500	40500
As 2	2250	10	18	22500	40500
As 3	18000	16	9	288000	162000
As 4	9000	22	4,5	198000	40500
	3000	22	16,5	66000	49500
As 5	9000	28	4,5	252000	40500
	9000	28	19,5	252000	175500
	3000	17,5	19,5	52500	58500
As 7	24000	40	12	960000	288000

Dinding geser

As 3	17280	16	21	276480	362880
As 4	17280	22	21	380160	362880
As I	17280	19	24	328320	414720
	1148750			18296428	13343127

$$X = 15,927$$

$$Y = 11,615$$

* kolom G0	3456	0	18	0	62208
* kolom G1	3456	4	18	13824	62208
* kolom G2	3456	10	18	34560	62208
* kolom G3	3456	16	18	55296	62208
* kolom G4	3456	22	18	76032	62208
* kolom G5	3456	28	18	96768	62208
* kolom G6	3456	34	18	117504	62208
* kolom G7	3456	40	18	138240	62208
* kolom H9	3456	0	24	0	82944
* kolom H1	3456	4	24	13824	82944
* kolom H2	3456	10	24	34560	82944
* kolom H3	3456	16	24	55296	82944
* kolom H4	3456	22	24	76032	82944
* kolom H5	3456	28	24	96768	82944
* kolom H6	3456	34	24	117504	82944
* kolom H7	3456	40	24	138240	82944

Dinding bata arah memanjang

As A	36000	22	0	792000	0
As C	6000	7	6	42000	36000
	18000	31	6	558000	108000
As E	18000	13	12	234000	216000
As F	1500	8	15	12000	22500
As G	4000	2	18	8000	72000
	22500	25	18	362500	405000
As H	1500	8	21	12000	31500
	4500	19,75	21	88875	94500
As I	40000	20	24	800000	960000

Dinding bata arah melintang

As 0	6000	0	21	0	126000
As 1	24000	4	12	96000	288000
As 2	2250	10	18	22500	40500
	12000	10	6	120000	72000
As 4	12000	22	6	264000	72000
As 5	9000	28	10,5	252000	94500
As 6	6000	34	3	204000	18000
	6000	34	21	204000	126000
As 7	24000	40	12	960000	288000

Dinding geser

As 3	17280	16	21	276480	362880
As 4	17280	22	21	380160	362880
As I	17280	19	24	328320	414720
	1128332			23081437	14485947

$$X = 20,456$$

$$Y = 12,838$$

PERHITUNGAN EKSENTRISITAS GEDUNG

Lt	Arah gempa X		esy	ed1y	ed2y	gempa dsr	Perhitungan torsi arah x	
	CR	CM					Tx1	Tx2
dasar	20,215	12,298	7,917	13,8755	5,917	0	0	0
1	20,215	12,694	7,521	13,2815	5,521	265257	3523010,8	1464483,9
2	20,258	12,426	7,832	13,748	5,832	252639,26	3473284,5	1473392,2
3	20,258	13,214	7,044	12,566	5,044	220447,33	2770141,2	1111936,3
4	20,258	11,826	8,432	14,648	6,432	201267,67	2948168,8	1294553,7
5	20,258	11,615	8,643	14,9645	6,643	149832,48	2242168,2	995337,2
6	20,258	12,838	7,42	13,13	5,42	85538,499	1123120,5	463618,7
atap	17,076	14,499	2,577	5,8655	0,577	39988,31	234551,4	23073,3

Lt	Arah gempa Y		esx	ed1x	ed2x	gempa dsr	Perhitungan torsi arah y	
	CM	CR					Ty1	Ty2
dasar	21,404	19,31	2,094	5,141	0,094	0	0	0
1	22,86	19,31	3,55	7,325	1,55	265257	1943007,5	411148,4
2	21,183	19,1989	1,9841	4,97615	-0,02	252639,26	1257170,9	-4017,0
3	16,652	19,1989	2,5469	5,82035	0,547	220447,33	1283080,6	120562,6
4	15,411	19,1989	3,7879	7,68185	1,788	201267,67	1546108,1	359846,5
5	15,927	19,1989	3,2719	6,90785	1,272	149832,48	1035020,3	190571,9
6	20,416	19,1989	1,2171	3,82565	-0,78	85538,499	327240,4	-66968,1
atap	19,662	18,616	1,046	3,569	-0,95	39988,31	142718,3	-38148,8

PERHITUNGAN MASSES STRUKTUR

Tingkat	W kg	Wx kgm	Wy kgm	Mx=My (kg.dt ² /m)	Pusat massa		Ix (m ⁴)	Iy (m ⁴)	Luas Lantai (m ²)	MMIz (kg.dt ² .cm)
					X (m)	Y (m)				
1	1017792	27783529	15428217,75	103750,459	22,86000	12,69400	41929,88	109277,2	718,5	140673,413
2	1298358	27479398	16119897,00	132350,459	21,18300	12,42600	42721,88	109677,2	838,5	73909,796
3	515700	12607699	10004865,00	52568,807	16,65200	13,21400	38680,88	109369,2	328,5	71261,429
4	1037237	16790428	12884127,00	105732,620	15,41100	11,82600	42721,88	109677,2	838,5	50627,959
5	1037237	18296428	13343127	105732,620	15,92700	11,61500	42721,88	109677,2	838,5	56673,878
6	612374	23081437	14485947,00	62423,445	20,45600	12,83800	42397,88	109353,2	730,5	57730,57
atap	460800	10493324	7737852,00	46972,477	19,66200	14,49900	39996,00	95584	768	14358,367

eterangan:

$$g = 9,8 \text{ m/dt}^2$$

A = luas lantai

M = W/g ; Mx = My = momen inersia

X (m) = (Wx/W) ; x = jarak pusat massa terhadap sumbu x

Y (m) = (Wy/W) ; y = jarak pusat massa terhadap sumbu y

MMIz = M x (Ix+Iy) / A

GAYA TAMBAHAN PADA STRUKTUR AKIBAT EKSENTRISITAS

Py	Px	x-xc	y-yc	Kyx(x-xc) ²	Kxy(y-yc) ²	Kyx(x-xc)	Kxy(y-yc)	Gempa arah X				Gempa arah Y				
								T1y	T1x	T2y	T2x	T1y	T1x	T2y	T2x	
LANTAI 1																
1218,118	678,030	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-3252,263	-4294,220	-1355,790	-1790,157	-1785,217	-2357,163	-377,759	-498,785	
1218,118	678,030	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-1977,699	-4294,220	-824,455	-1790,157	-1085,589	-2357,163	-229,715	-498,785	
1218,118	678,030	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-703,135	-4294,220	-293,120	-1790,157	-385,961	-2357,163	-81,671	-498,785	
1218,118	678,030	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	571,430	-4294,220	238,215	-1790,157	313,666	-2357,163	66,373	-498,785	
1218,118	678,030	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	1845,994	-4294,220	769,550	-1790,157	1013,294	-2357,163	214,417	-498,785	
1218,118	678,030	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	3120,558	-4294,220	1300,885	-1790,157	1712,922	-2357,163	362,461	-498,785	
1218,118	678,030	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	4395,123	-4294,220	1832,221	-1790,157	2412,550	-2357,163	510,506	-498,785	
1218,118	678,030	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-3252,263	-3019,655	-1355,790	-1258,821	-1785,217	-1657,535	-377,759	-350,741	
1218,118	678,030	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-1977,699	-3019,655	-824,455	-1258,821	-1085,589	-1657,535	-229,715	-350,741	
1218,118	678,030	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-703,135	-3019,655	-293,120	-1258,821	-385,961	-1657,535	-81,671	-350,741	
1218,118	678,030	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	571,430	-3019,655	238,215	-1258,821	313,666	-1657,535	66,373	-350,741	
1218,118	678,030	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	1845,994	-3019,655	769,550	-1258,821	1013,294	-1657,535	214,417	-350,741	
1218,118	678,030	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	3120,558	-3019,655	1300,885	-1258,821	1712,922	-1657,535	362,461	-350,741	
1218,118	678,030	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	4395,123	-3019,655	1832,221	-1258,821	2412,550	-1657,535	510,506	-350,741	
1218,118	678,030	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-3252,263	-1745,091	-1355,790	-727,486	-1785,217	-957,907	-377,759	-202,697	
1218,118	678,030	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-1977,699	-1745,091	-824,455	-727,486	-1085,589	-957,907	-229,715	-202,697	
1218,118	678,030	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-703,135	-1745,091	-293,120	-727,486	-385,961	-957,907	-81,671	-202,697	
1218,118	678,030	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	571,430	-1745,091	238,215	-727,486	313,666	-957,907	66,373	-202,697	
1218,118	678,030	8,690	-8,215	0,974	0,871	0,112	-0,106	1845,994	-1745,091	769,550	-727,486	1013,294	-957,907	214,417	-202,697	
1218,118	678,030	14,690	-8,215	2,784	0,871	0,190	-0,106	3120,558	-1745,091	1300,885	-727,486	1712,922	-957,907	362,461	-202,697	
1218,118	678,030	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	4395,123	-1745,091	1832,221	-727,486	2412,550	-957,907	510,506	-202,697	
1218,118	678,030	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-3252,263	-470,527	-1355,790	-196,151	-1785,217	-258,279	-377,759	-54,653	
1218,118	678,030	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-1977,699	-470,527	-824,455	-196,151	-1085,589	-258,279	-229,715	-54,653	
1218,118	678,030	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-703,135	-470,527	-293,120	-196,151	-385,961	-258,279	-81,671	-54,653	
1218,118	678,030	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	571,430	-470,527	238,215	-196,151	313,666	-258,279	66,373	-54,653	
1218,118	678,030	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	1845,994	-470,527	769,550	-196,151	1013,294	-258,279	214,417	-54,653	
1218,118	678,030	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	3120,558	-470,527	1300,885	-196,151	1712,922	-258,279	362,461	-54,653	
1218,118	678,030	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	4395,123	-470,527	1832,221	-196,151	2412,550	-258,279	510,506	-54,653	
1218,118	678,030	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-3252,263	804,038	-1355,790	335,184	-1785,217	441,349	-377,759	93,391	
1218,118	678,030	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-1977,699	804,038	-824,455	335,184	-1085,589	441,349	-229,715	93,391	
1218,118	678,030	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-703,135	804,038	-293,120	335,184	-385,961	441,349	-81,671	93,391	
1218,118	678,030	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	571,430	804,038	238,215	335,184	313,666	441,349	66,373	93,391	
1218,118	678,030	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	1845,994	804,038	769,550	335,184	1013,294	441,349	214,417	93,391	
1218,118	678,030	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	3120,558	804,038	1300,885	335,184	1712,922	441,349	362,461	93,391	
1218,118	678,030	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	4395,123	804,038	1832,221	335,184	2412,550	441,349	510,506	93,391	
1218,118	678,030	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-4101,973	-470,527	-1710,014	-196,151	-2251,636	-258,279	-476,455	-54,653	
1218,118	678,030	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,249	0,049	-4101,973	804,038	-1710,014	335,184	-2251,636	441,349	-476,455	93,391	
2965,031	119259,741	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-123675,389	405,901	-51557,286	169,210	-67887,311	222,805	-14365,235	47,147	
2965,031	119259,741	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	100509,606	405,901	41900,030	169,210	55171,259	222,805	11574,466	47,147	
14256,571	1650,399	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-160,292	141423,368	-66,822	58955,990	-87,987	77629,448	-18,618	16426,711	
				119,184	95,771											
LANTAI 2																
1170,929	649,096	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-3275,002	-4324,344	-1389,280	-1834,375	-1185,402	-1565,179	3,788	5,001	
1170,929	649,096	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-1991,527	-4324,344	-844,820	-1834,375	-720,842	-1565,179	2,303	5,001	
1170,929	649,096	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-708,051	-4324,344	-300,360	-1834,375	-256,282	-1565,179	0,819	5,001	
1170,929	649,096	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	575,425	-4324,344	244,099	-1834,375	208,278	-1565,179	-0,666	5,001	
1170,929	649,096	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	1858,901	-4324,344	788,559	-1834,375	672,837	-1565,179	-2,150	5,001	
1170,929	649,096	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	3142,377	-4324,344	1333,019	-1834,375	1137,397	-1565,179	-3,634	5,001	

1170,929	649,099	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	4425,852	-4324,244	1877,478	-1834,375	1601,957	-1565,179	-5,119	5,001
1170,929	649,099	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-3275,002	-3040,768	-1389,280	-1289,916	-1185,402	-1100,620	3,788	3,517
1170,929	649,099	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-1991,527	-3040,768	-844,820	-1289,916	-720,842	-1100,620	2,303	3,517
1170,929	649,099	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-708,051	-3040,768	-300,360	-1289,916	-256,282	-1100,620	0,819	3,517
1170,929	649,099	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	575,425	-3040,768	244,099	-1289,916	208,278	-1100,620	-0,666	3,517
1170,929	649,099	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	1858,901	-3040,768	788,559	-1289,916	672,837	-1100,620	-2,150	3,517
1170,929	649,099	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	3142,377	-3040,768	1333,019	-1289,916	1137,397	-1100,620	-3,534	3,517
1170,929	649,099	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	4425,852	-3040,768	1877,478	-1289,916	1601,957	-1100,620	-5,119	3,517
1170,929	649,099	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,100	-3275,002	-1757,292	-1389,280	-745,456	-1185,402	-636,060	3,788	2,032
1170,929	649,099	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,100	-1991,527	-1757,292	-844,820	-745,456	-720,842	-636,060	2,303	2,032
1170,929	649,099	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,100	-708,051	-1757,292	-300,360	-745,456	-256,282	-636,060	0,819	2,032
1170,929	649,099	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,100	575,425	-1757,292	244,099	-745,456	208,278	-636,060	-0,666	2,032
1170,929	649,099	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,100	4425,852	-1757,292	1877,478	-745,456	1601,957	-636,060	-5,119	2,032
1170,929	649,099	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-3275,002	-473,816	-1389,280	-200,996	-1185,402	-171,500	3,788	0,548
1170,929	649,099	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-1991,527	-473,816	-844,820	-200,996	-720,842	-171,500	2,303	0,548
1170,929	649,099	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-708,051	-473,816	-300,360	-200,996	-256,282	-171,500	0,819	0,548
1170,929	649,099	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	575,425	-473,816	244,099	-200,996	208,278	-171,500	-0,666	0,548
1170,929	649,099	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	1858,901	-473,816	788,559	-200,996	672,837	-171,500	-2,150	0,548
1170,929	649,099	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	3142,377	-473,816	1333,019	-200,996	1137,397	-171,500	-3,534	0,548
1170,929	649,099	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	4425,852	-473,816	1877,478	-200,996	1601,957	-171,500	-5,119	0,548
1170,929	649,099	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-3275,002	809,659	-1389,280	343,463	-1185,402	293,060	3,788	-0,936
1170,929	649,099	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-1991,527	809,659	-844,820	343,463	-720,842	293,060	2,303	-0,936
1170,929	649,099	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-708,051	809,659	-300,360	343,463	-256,282	293,060	0,819	-0,936
1170,929	649,099	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	575,425	809,659	244,099	343,463	208,278	293,060	-0,566	-0,936
1170,929	649,099	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	-0,049	1858,901	809,659	788,559	343,463	672,837	293,060	-2,150	-0,936
1170,929	649,099	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	3142,377	809,659	1333,019	343,463	1137,397	293,060	-3,534	-0,936
1170,929	649,099	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	4425,852	809,659	1877,478	343,463	1601,957	293,060	-5,119	-0,936
1170,929	649,099	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-4130,653	-473,816	-1752,253	-200,996	-1495,108	-171,500	-4,777	0,548
1170,929	649,099	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,249	0,049	-4130,653	809,659	-1752,253	343,463	-1495,108	293,060	-4,777	-0,936
2859,168	114170,464	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-124540,101	408,739	-52830,804	173,390	-45077,848	147,945	144,036	-0,473
2859,168	114170,464	2,690	0,785	16,419	0,019	5,104	0,025	101212,348	408,739	42935,004	173,390	36634,263	147,945	-117,056	-0,473
205956,412	1579,970	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-161,413	142412,170	-58,472	60412,264	-58,424	51546,723	0,187	-164,706
				115,426	94,030										

LANTAI 3

1012,342	563,491	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-2612,000	-3448,830	-1048,458	-1384,362	-1209,832	-1597,437	-113,680	-150,101
1012,342	563,491	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-1588,355	-3448,830	-637,567	-1384,362	-735,698	-1597,437	-69,129	-150,101
1012,342	563,491	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-564,711	-3448,830	-226,675	-1384,362	-261,564	-1597,437	-24,577	-150,101
1012,342	563,491	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	458,934	-3448,830	184,216	-1384,362	212,570	-1597,437	19,974	-150,101
1012,342	563,491	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	1482,579	-3448,830	595,108	-1384,362	680,704	-1597,437	64,525	-150,101
1012,342	563,491	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	2506,223	-3448,830	1006,000	-1384,362	1160,839	-1597,437	109,076	-150,101
1012,342	563,491	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	3529,868	-3448,830	1416,891	-1384,362	1634,973	-1597,437	153,628	-150,101
1012,342	563,491	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-2612,000	-2425,185	-1048,458	-973,471	-1209,832	-1123,303	-113,680	-105,549
1012,342	563,491	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-1588,355	-2425,185	-637,567	-973,471	-735,698	-1123,303	-69,129	-105,549
1012,342	563,491	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-564,711	-2425,185	-226,675	-973,471	-261,564	-1123,303	-24,577	-105,549
1012,342	563,491	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	458,934	-2425,185	184,216	-973,471	212,570	-1123,303	19,974	-105,549
1012,342	563,491	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	1482,579	-2425,185	595,108	-973,471	680,704	-1123,303	64,525	-105,549
1012,342	563,491	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	2506,223	-2425,185	1006,000	-973,471	1160,839	-1123,303	109,076	-105,549
1012,342	563,491	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	3529,868	-2425,185	1416,891	-973,471	1634,973	-1123,303	153,628	-105,549
1012,342	563,491	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,100	-2612,000	-1401,540	-1048,458	-562,579	-1209,832	-649,169	-113,680	-60,998
1012,342	563,491	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,100	-1588,355	-1401,540	-637,567	-562,579	-735,698	-649,169	-69,129	-60,998
1012,342	563,491	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,100	-564,711	-1401,540	-226,675	-562,579	-261,564	-649,169	-24,577	-60,998
1012,342	563,491	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,100	458,934	-1401,540	184,216	-562,579	212,570	-649,169	19,974	-60,998
1012,342	563,491	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,100	3529,868	-1401,540	1416,891	-562,579	1634,973	-649,169	153,628	-60,998
1012,342	563,491	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-2612,000	-377,895	-1048,458	-151,687	-1209,832	-175,035	-113,680	-16,447

1012.342	563.491	-9.310	-2.215	1.118	0.063	-0.120	-0.029	-1388.355	-377.895	-637.567	-131.687	-735.698	-175.035	-69.129	-16.447
1012.342	563.491	-3.310	-2.215	0.141	0.063	-0.043	-0.029	-564.711	-377.895	-226.075	-131.687	-261.564	-175.035	-24.577	-16.447
1012.342	563.491	2.690	-2.215	0.093	0.063	0.035	-0.029	-458.934	-377.895	184.216	-131.687	212.570	-175.035	19.974	-16.447
1012.342	563.491	8.690	-2.215	0.974	0.063	0.112	-0.029	1482.579	-377.895	595.108	-131.687	686.704	-175.035	64.525	-16.447
1012.342	563.491	14.690	-2.215	2.784	0.063	0.190	-0.029	2506.223	-377.895	1006.000	-131.687	1160.839	-175.035	109.076	-16.447
1012.342	563.491	20.690	-2.215	5.522	0.063	0.267	-0.029	3529.868	-377.895	1416.891	-131.687	1634.973	-175.035	153.628	-16.447
1012.342	563.491	-15.310	3.785	3.024	0.185	-0.197	0.049	-2612.000	645.749	-1048.458	259.204	-1209.832	299.100	-113.580	28.104
1012.342	563.491	-9.310	3.785	1.118	0.185	-0.120	0.049	-1588.355	645.749	-637.567	259.204	-735.698	299.100	-69.129	28.104
1012.342	563.491	-3.310	3.785	0.141	0.185	-0.043	0.049	-564.711	645.749	-226.075	259.204	-261.564	299.100	-24.577	28.104
1012.342	563.491	2.690	3.785	0.093	0.185	0.035	0.049	-458.934	645.749	184.216	259.204	212.570	299.100	19.974	28.104
1012.342	563.491	8.690	3.785	0.974	0.185	0.112	0.049	1482.579	645.749	595.108	259.204	686.704	299.100	64.525	28.104
1012.342	563.491	14.690	3.785	2.784	0.185	0.190	0.049	2506.223	645.749	1006.000	259.204	1160.839	299.100	109.076	28.104
1012.342	563.491	20.690	3.785	5.522	0.185	0.267	0.049	3529.868	645.749	1416.891	259.204	1634.973	299.100	153.628	28.104
1012.342	563.491	-19.310	-2.215	4.810	0.063	-0.249	-0.029	-3294.430	-377.895	-1322.386	-131.687	-1525.922	-175.035	-143.381	-16.447
1012.342	563.491	-19.310	3.785	4.810	0.185	-0.249	0.049	-3294.430	645.749	-1322.386	259.204	-1525.922	299.100	-143.381	28.104
2464.151	59113.280	-3.310	0.785	24.859	0.019	-7.510	0.025	-99327.787	325.992	-39870.232	130.854	-46006.881	150.994	4322.962	14.188
2464.151	59113.280	2.690	0.785	16.419	0.019	6.104	0.025	80722.583	325.992	32402.092	130.854	37389.278	150.994	3513.223	14.188
78062.366	1371.599	-0.310	3.785	0.003	32.506	-0.010	8.588	-128.736	113581.775	-51.675	45591.791	-59.628	52609.077	-3.603	-943.327
				115.426	94.030										

LANTAI 4

932.833	517.109	-15.310	-20.215	3.024	5.272	-0.197	-0.261	-2779.864	-3670.474	-1220.651	-1611.721	-1457.844	-1924.907	-339.304	-448.009
932.833	517.109	-9.310	-20.215	1.118	5.272	-0.120	-0.261	-1690.434	-3670.474	-742.277	-1611.721	-886.514	-1924.907	-206.330	-448.009
932.833	517.109	-3.310	-20.215	0.141	5.272	-0.043	-0.261	-601.003	-3670.474	-263.903	-1611.721	-315.184	-1924.907	-73.357	-448.009
932.833	517.109	2.690	-20.215	0.093	5.272	0.035	-0.261	-488.428	-3670.474	214.471	-1611.721	256.146	-1924.907	59.616	-448.009
932.833	517.109	8.690	-20.215	0.974	5.272	0.112	-0.261	1577.859	-3670.474	692.845	-1611.721	827.477	-1924.907	192.590	-448.009
932.833	517.109	14.690	-20.215	2.784	5.272	0.190	-0.261	2667.290	-3670.474	1171.219	-1611.721	1398.807	-1924.907	325.563	-448.009
932.833	517.109	20.690	-20.215	5.522	5.272	0.267	-0.261	3756.721	-3670.474	1649.592	-1611.721	1970.137	-1924.907	458.536	-448.009
932.833	517.109	-15.310	-14.215	3.024	2.607	-0.197	-0.183	-2779.864	-2581.043	-1220.651	-1133.347	-1457.844	-1353.576	-339.304	-315.036
932.833	517.109	-9.310	-14.215	1.118	2.607	-0.120	-0.183	-1690.434	-2581.043	-742.277	-1133.347	-886.514	-1353.576	-206.330	-315.036
932.833	517.109	-3.310	-14.215	0.141	2.607	-0.043	-0.183	-601.003	-2581.043	-263.903	-1133.347	-315.184	-1353.576	-73.357	-315.036
932.833	517.109	2.690	-14.215	0.093	2.607	0.035	-0.183	-488.428	-2581.043	214.471	-1133.347	256.146	-1353.576	59.616	-315.036
932.833	517.109	8.690	-14.215	0.974	2.607	0.112	-0.183	1577.859	-2581.043	692.845	-1133.347	827.477	-1353.576	192.590	-315.036
932.833	517.109	14.690	-14.215	2.784	2.607	0.190	-0.183	2667.290	-2581.043	1171.219	-1133.347	1398.807	-1353.576	325.563	-315.036
932.833	517.109	20.690	-14.215	5.522	2.607	0.267	-0.183	3756.721	-2581.043	1649.592	-1133.347	1970.137	-1353.576	458.536	-315.036
932.833	517.109	-15.310	-8.215	3.024	0.871	-0.197	-0.106	-2779.864	-1491.612	-1220.651	-654.973	-1457.844	-782.246	-339.304	-182.063
932.833	517.109	-9.310	-8.215	1.118	0.871	-0.120	-0.106	-1690.434	-1491.612	-742.277	-654.973	-886.514	-782.246	-206.330	-182.063
932.833	517.109	-3.310	-8.215	0.141	0.871	-0.043	-0.106	-601.003	-1491.612	-263.903	-654.973	-315.184	-782.246	-73.357	-182.063
932.833	517.109	2.690	-8.215	0.093	0.871	0.035	-0.106	-488.428	-1491.612	214.471	-654.973	256.146	-782.246	59.616	-182.063
932.833	517.109	8.690	-8.215	0.974	0.871	0.112	-0.106	1577.859	-1491.612	692.845	-654.973	827.477	-782.246	192.590	-182.063
932.833	517.109	14.690	-8.215	2.784	0.871	0.190	-0.106	2667.290	-1491.612	1171.219	-654.973	1398.807	-782.246	325.563	-182.063
932.833	517.109	20.690	-8.215	5.522	0.871	0.267	-0.106	3756.721	-1491.612	1649.592	-654.973	1970.137	-782.246	458.536	-182.063
932.833	517.109	-15.310	-2.215	3.024	0.063	-0.197	-0.029	-2779.864	-402.182	-1220.651	-176.600	-1457.844	-210.916	-339.304	-49.089
932.833	517.109	-9.310	-2.215	1.118	0.063	-0.120	-0.029	-1690.434	-402.182	-742.277	-176.600	-886.514	-210.916	-206.330	-49.089
932.833	517.109	-3.310	-2.215	0.141	0.063	-0.043	-0.029	-601.003	-402.182	-263.903	-176.600	-315.184	-210.916	-73.357	-49.089
932.833	517.109	2.690	-2.215	0.093	0.063	0.035	-0.029	-488.428	-402.182	214.471	-176.600	256.146	-210.916	59.616	-49.089
932.833	517.109	8.690	-2.215	0.974	0.063	0.112	-0.029	1577.859	-402.182	692.845	-176.600	827.477	-210.916	192.590	-49.089
932.833	517.109	14.690	-2.215	2.784	0.063	0.190	-0.029	2667.290	-402.182	1171.219	-176.600	1398.807	-210.916	325.563	-49.089
932.833	517.109	20.690	-2.215	5.522	0.063	0.267	-0.029	3756.721	-402.182	1649.592	-176.600	1970.137	-210.916	458.536	-49.089
932.833	517.109	-15.310	3.785	3.024	0.185	-0.197	0.049	-2779.864	687.249	-1220.651	301.774	-1457.844	360.414	-339.304	83.884
932.833	517.109	-9.310	3.785	1.118	0.185	-0.120	0.049	-1690.434	687.249	-742.277	301.774	-886.514	360.414	-206.330	83.884
932.833	517.109	-3.310	3.785	0.141	0.185	-0.043	0.049	-601.003	687.249	-263.903	301.774	-315.184	360.414	-73.357	83.884
932.833	517.109	2.690	3.785	0.093	0.185	0.035	0.049	-488.428	687.249	214.471	301.774	256.146	360.414	59.616	83.884
932.833	517.109	8.690	3.785	0.974	0.185	0.112	0.049	1577.859	687.249	692.845	301.774	827.477	360.414	192.590	83.884
932.833	517.109	14.690	3.785	2.784	0.185	0.190	0.049	2667.290	687.249	1171.219	301.774	1398.807	360.414	325.563	83.884
932.833	517.109	20.690	3.785	5.522	0.185	0.267	0.049	3756.721	687.249	1649.592	301.774	1970.137	360.414	458.536	83.884
932.833	517.109	-19.310	-2.215	4.810	0.063	-0.249	-0.029	-3506.152	-402.182	-1539.566	-176.600	-1838.731	-210.916	-427.953	-49.089

932,833	517,109	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,349	0,049	-3506,152	687,249	-1539,566	301,774	-1838,731	360,414	-427,953	83,884
2270,616	90955,076	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-105711,248	346,943	-46418,267	152,344	-55438,148	181,947	-12902,865	42,347
2270,616	90955,076	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	85910,350	346,943	37723,607	152,344	-45053,963	181,947	10486,014	42,347
64077,298	1258,700	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-137,009	120881,291	-60,161	53079,499	-71,852	63393,773	-16,723	14754,484
				115,426	94,030										

LANTAI 5

694,441	384,959	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-2114,168	-2791,502	-938,516	-1239,196	-975,933	-1288,602	-179,693	-237,262
694,441	384,959	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-1285,624	-2791,502	-570,711	-1239,196	-593,464	-1288,602	-109,271	-237,262
694,441	384,959	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-457,080	-2791,502	-202,906	-1239,196	-210,995	-1288,602	-38,849	-237,262
694,441	384,959	2,690	-20,215	0,093	5,272	-0,035	-0,261	371,464	-2791,502	164,899	-1239,196	171,474	-1288,602	31,572	-237,262
694,441	384,959	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	1200,908	-2791,502	532,704	-1239,196	553,943	-1288,602	101,994	-237,262
694,441	384,959	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	2028,552	-2791,502	900,509	-1239,196	936,412	-1288,602	172,416	-237,262
694,441	384,959	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	2857,995	-2791,502	1268,314	-1239,196	1318,880	-1288,602	242,837	-237,262
694,441	384,959	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-2114,168	-1962,959	-938,516	-871,391	-975,933	-906,133	-179,693	-166,841
694,441	384,959	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-1285,624	-1962,959	-570,711	-871,391	-593,464	-906,133	-109,271	-166,841
694,441	384,959	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-457,080	-1962,959	-202,906	-871,391	-210,995	-906,133	-38,849	-166,841
694,441	384,959	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	371,464	-1962,959	164,899	-871,391	171,474	-906,133	31,572	-166,841
694,441	384,959	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	1200,908	-1962,959	532,704	-871,391	553,943	-906,133	101,994	-166,841
694,441	384,959	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	2028,552	-1962,959	900,509	-871,391	936,412	-906,133	172,416	-166,841
694,441	384,959	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	2857,995	-1962,959	1268,314	-871,391	1318,880	-906,133	242,837	-166,841
694,441	384,959	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-2114,168	-1134,415	-938,516	-503,586	-975,933	-523,664	-179,693	-96,419
694,441	384,959	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-1285,624	-1134,415	-570,711	-503,586	-593,464	-523,664	-109,271	-96,419
694,441	384,959	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-457,080	-1134,415	-202,906	-503,586	-210,995	-523,664	-38,849	-96,419
694,441	384,959	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	371,464	-1134,415	164,899	-503,586	171,474	-523,664	31,572	-96,419
694,441	384,959	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	2857,995	-1134,415	1268,314	-503,586	1318,880	-523,664	242,837	-96,419
694,441	384,959	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-2114,168	-305,871	-938,516	-135,781	-975,933	-141,195	-179,693	-25,997
694,441	384,959	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-1285,624	-305,871	-570,711	-135,781	-593,464	-141,195	-109,271	-25,997
694,441	384,959	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-457,080	-305,871	-202,906	-135,781	-210,995	-141,195	-38,849	-25,997
694,441	384,959	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	371,464	-305,871	164,899	-135,781	171,474	-141,195	31,572	-25,997
694,441	384,959	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	1200,908	-305,871	532,704	-135,781	553,943	-141,195	101,994	-25,997
694,441	384,959	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	2028,552	-305,871	900,509	-135,781	936,412	-141,195	172,416	-25,997
694,441	384,959	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	2857,995	-305,871	1268,314	-135,781	1318,880	-141,195	242,837	-25,997
694,441	384,959	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-2114,168	522,673	-938,516	232,024	-975,933	241,274	-179,693	44,424
694,441	384,959	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-1285,624	522,673	-570,711	232,024	-593,464	241,274	-109,271	44,424
694,441	384,959	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-457,080	522,673	-202,906	232,024	-210,995	241,274	-38,849	44,424
694,441	384,959	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	371,464	522,673	164,899	232,024	171,474	241,274	31,572	44,424
694,441	384,959	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	1200,908	522,673	532,704	232,024	553,943	241,274	101,994	44,424
694,441	384,959	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	2028,552	522,673	900,509	232,024	936,412	241,274	172,416	44,424
694,441	384,959	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	2857,995	522,673	1268,314	232,024	1318,880	241,274	242,837	44,424
694,441	384,959	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,349	-0,029	-2666,530	-305,871	-1183,719	-135,781	-1230,913	-141,195	-226,640	-25,997
694,441	384,959	-19,310	3,785	4,810	0,185	-0,349	0,049	-2666,530	522,673	-1183,719	232,024	-1230,913	241,274	-226,640	44,424
1691,346	87710,948	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,025	-40396,482	263,860	-35689,387	117,132	-37112,287	121,802	-6833,256	22,427
1691,346	87710,948	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,025	65337,322	263,860	29004,386	117,132	30160,741	121,802	5553,311	22,427
122146,336	937,031	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-104,200	91933,741	-46,256	40810,976	-48,100	42438,069	-8,856	7813,860
				115,426	94,030										

LANTAI 6

396,453	219,771	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-1059,004	-1398,287	-437,152	-577,206	-308,559	-407,415	63,145	83,375
396,453	219,771	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-543,980	-1398,287	-265,832	-577,206	-187,634	-407,415	38,398	83,375
396,453	219,771	-3,310	-20,215	0,141	5,272	-0,043	-0,261	-128,955	-1398,287	-84,512	-577,206	-66,710	-407,415	13,652	83,375
396,453	219,771	2,690	-20,215	0,093	5,272	0,035	-0,261	186,069	-1398,287	76,809	-577,206	54,214	-407,415	-11,095	83,375
396,453	219,771	8,690	-20,215	0,974	5,272	0,112	-0,261	601,094	-1398,287	248,129	-577,206	175,139	-407,415	-35,841	83,375
396,453	219,771	14,690	-20,215	2,784	5,272	0,190	-0,261	1016,118	-1398,287	419,449	-577,206	296,063	-407,415	-60,588	83,375
396,453	219,771	20,690	-20,215	5,522	5,272	0,267	-0,261	1431,143	-1398,287	590,759	-577,206	416,988	-407,415	-85,334	83,375
396,453	219,771	-15,310	-14,215	3,024	2,607	-0,197	-0,183	-1059,004	-983,262	-437,152	-405,836	-308,559	-286,490	63,145	58,629

396,453	219,771	-9,310	-14,215	1,118	2,607	-0,120	-0,183	-643,980	-983,262	-265,832	-405,886	-187,634	-286,490	38,398	58,629
396,453	219,771	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-228,955	-983,262	-94,512	-405,886	-66,710	-286,490	13,652	58,629
396,453	219,771	2,690	-14,215	0,093	2,607	0,035	-0,183	186,069	-983,262	76,809	-405,886	54,214	-286,490	-11,095	58,629
396,453	219,771	8,690	-14,215	0,974	2,607	0,112	-0,183	601,094	-983,262	248,129	-405,886	175,139	-286,490	-35,841	58,629
396,453	219,771	14,690	-14,215	2,784	2,607	0,190	-0,183	1016,118	-983,262	419,449	-405,886	296,063	-286,490	-60,588	58,629
396,453	219,771	20,690	-14,215	5,522	2,607	0,267	-0,183	1431,143	-983,262	590,769	-405,886	416,988	-286,490	-85,334	58,629
396,453	219,771	-15,310	-8,215	3,024	0,871	-0,197	-0,106	-1059,004	-568,238	-437,152	-234,566	-308,559	-165,566	63,145	33,882
396,453	219,771	-9,310	-8,215	1,118	0,871	-0,120	-0,106	-643,980	-568,238	-265,832	-234,566	-187,634	-165,566	38,398	33,882
396,453	219,771	-3,310	-8,215	0,141	0,871	-0,043	-0,106	-228,955	-568,238	-94,512	-234,566	-66,710	-165,566	13,652	33,882
396,453	219,771	2,690	-8,215	0,093	0,871	0,035	-0,106	186,069	-568,238	76,809	-234,566	54,214	-165,566	-11,095	33,882
396,453	219,771	20,690	-8,215	5,522	0,871	0,267	-0,106	1431,143	-568,238	590,769	-234,566	416,988	-165,566	-85,334	33,882
396,453	219,771	-15,310	-2,215	3,024	0,063	-0,197	-0,029	-1059,004	-153,213	-437,152	-63,246	-308,559	-44,641	63,145	9,136
396,453	219,771	-9,310	-2,215	1,118	0,063	-0,120	-0,029	-643,980	-153,213	-265,832	-63,246	-187,634	-44,641	38,398	9,136
396,453	219,771	-3,310	-2,215	0,141	0,063	-0,043	-0,029	-228,955	-153,213	-94,512	-63,246	-66,710	-44,641	13,652	9,136
396,453	219,771	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	186,069	-153,213	76,809	-63,246	54,214	-44,641	-11,095	9,136
396,453	219,771	8,690	-2,215	0,974	0,063	0,112	-0,029	601,094	-153,213	248,129	-63,246	175,139	-44,641	-35,841	9,136
396,453	219,771	14,690	-2,215	2,784	0,063	0,190	-0,029	1016,118	-153,213	419,449	-63,246	296,063	-44,641	-60,588	9,136
396,453	219,771	20,690	-2,215	5,522	0,063	0,267	-0,029	1431,143	-153,213	590,769	-63,246	416,988	-44,641	-85,334	9,136
396,453	219,771	-15,310	3,785	3,024	0,185	-0,197	0,049	-1059,004	261,811	-437,152	108,074	-308,559	76,283	63,145	-15,611
396,453	219,771	-9,310	3,785	1,118	0,185	-0,120	0,049	-643,980	261,811	-265,832	108,074	-187,634	76,283	38,398	-15,611
396,453	219,771	-3,310	3,785	0,141	0,185	-0,043	0,049	-228,955	261,811	-94,512	108,074	-66,710	76,283	13,652	-15,611
396,453	219,771	2,690	3,785	0,093	0,185	0,035	0,049	186,069	261,811	76,809	108,074	54,214	76,283	-11,095	-15,611
396,453	219,771	8,690	3,785	0,974	0,185	0,112	0,049	601,094	261,811	248,129	108,074	175,139	76,283	-35,841	-15,611
396,453	219,771	14,690	3,785	2,784	0,185	0,190	0,049	1016,118	261,811	419,449	108,074	296,063	76,283	-60,588	-15,611
396,453	219,771	20,690	3,785	5,522	0,185	0,267	0,049	1431,143	261,811	590,769	108,074	416,988	76,283	-85,334	-15,611
396,453	219,771	-19,310	-2,215	4,810	0,063	-0,249	-0,029	-1335,587	-153,213	-551,365	-63,246	-389,175	-44,641	79,543	9,136
396,453	219,771	-13,310	3,785	4,810	0,185	-0,249	0,049	-1335,587	261,811	-551,365	108,074	-389,175	76,283	79,543	-15,611
965,009	38655,790	-3,310	0,785	24,859	0,019	-7,510	0,021	-40271,259	132,170	-16623,781	54,559	-11733,721	38,510	2401,247	-7,881
965,009	38655,790	2,690	0,785	16,419	0,019	6,104	0,021	32728,002	132,170	13509,961	54,559	9535,864	38,510	-1951,467	-7,881
69732,639	534,946	-0,310	3,785	0,003	32,506	-0,010	8,588	-52,194	46050,367	-21,546	19009,369	-15,208	13417,564	3,112	-2745,837
LANTAI 7															
185,337	102,740	-15,310	-20,215	3,024	5,272	-0,197	-0,261	-25,429	-33,575	-2,501	-3,303	-15,473	-20,430	4,136	5,461
185,337	102,740	-14,310	-20,215	2,642	5,272	-0,185	-0,261	-23,768	-33,575	-2,338	-3,303	-14,462	-20,430	3,866	5,461
185,337	102,740	-13,310	-20,215	2,285	5,272	-0,172	-0,261	-22,107	-33,575	-2,175	-3,303	-13,451	-20,430	3,596	5,461
185,337	102,740	-12,310	-20,215	1,955	5,272	-0,159	-0,261	-20,446	-33,575	-2,011	-3,303	-12,441	-20,430	3,325	5,461
185,337	102,740	-11,310	-20,215	1,650	5,272	-0,146	-0,261	-18,785	-33,575	-1,848	-3,303	-11,430	-20,430	3,055	5,461
185,337	102,740	-10,310	-20,215	1,371	5,272	-0,133	-0,261	-17,124	-33,575	-1,685	-3,303	-10,420	-20,430	2,785	5,461
185,337	102,740	-9,310	-20,215	1,118	5,272	-0,120	-0,261	-15,463	-33,575	-1,521	-3,303	-9,409	-20,430	2,515	5,461
185,337	102,740	-8,310	-14,215	0,891	2,607	-0,107	-0,183	-13,802	-23,610	-1,358	-2,323	-8,398	-14,366	2,245	3,840
185,337	102,740	-7,310	-14,215	0,689	2,607	-0,094	-0,183	-12,141	-23,610	-1,194	-2,323	-7,388	-14,366	1,975	3,840
185,337	102,740	-6,310	-14,215	0,514	2,607	-0,081	-0,183	-10,480	-23,610	-1,031	-2,323	-6,377	-14,366	1,705	3,840
185,337	102,740	-5,310	-14,215	0,364	2,607	-0,068	-0,183	-8,819	-23,610	-0,868	-2,323	-5,366	-14,366	1,434	3,840
185,337	102,740	-4,310	-14,215	0,240	2,607	-0,056	-0,183	-7,159	-23,610	-0,704	-2,323	-4,356	-14,366	1,164	3,840
185,337	102,740	-3,310	-14,215	0,141	2,607	-0,043	-0,183	-5,498	-23,610	-0,541	-2,323	-3,345	-14,366	0,894	3,840
185,337	102,740	-2,310	-14,215	0,069	2,607	-0,030	-0,183	-3,837	-23,610	-0,377	-2,323	-2,335	-14,366	0,624	3,840
185,337	102,740	-1,310	-8,215	0,022	0,871	-0,017	-0,106	-2,176	-13,644	-0,214	-1,342	-1,324	-8,302	0,354	2,219
185,337	102,740	-0,310	-8,215	0,001	0,871	-0,004	-0,106	-0,515	-13,644	-0,051	-1,342	-0,313	-8,302	0,084	2,219
185,337	102,740	0,690	-8,215	0,006	0,871	0,009	-0,106	1,146	-13,644	0,113	-1,342	0,697	-8,302	-0,186	2,219
185,337	102,740	1,690	-8,215	0,097	0,871	0,022	-0,106	2,807	-13,644	0,276	-1,342	1,708	-8,302	-0,457	2,219
185,337	102,740	2,690	-2,215	0,093	0,063	0,035	-0,029	4,468	-3,679	0,440	-0,362	2,719	-2,239	-0,727	0,598
185,337	102,740	3,690	-2,215	0,176	0,063	0,048	-0,029	6,129	-3,679	0,603	-0,362	3,729	-2,239	-0,997	0,598
185,337	102,740	4,690	-2,215	0,284	0,063	0,061	-0,029	7,790	-3,679	0,766	-0,362	4,740	-2,239	-1,267	0,598
185,337	102,740	5,690	-2,215	0,418	0,063	0,073	-0,029	9,451	-3,679	0,930	-0,362	5,750	-2,239	-1,537	0,598

[illegible]

ANALISA BALOK KUDA-KUDA & JURAI ATAP
 PERANCANGAN GEDUNG KULIAH FE.UNAIR DGN DAKTALITAS PENUH
 DANIEL PERSADANTA MANIK
 3198,109,602

SYSTEM
 L=3

JOINTS
 1 X=0 Y=0
 8 X=9.899 Y=6.067 G=1,8,1
 9 X=1.414 Y=0

RESTRAINTS
 1,9,1 R=0,0,0,0,0,0
 9,9,0 R=1,1,1,1,1,0
 8,8,0 R=1,1,1,1,1,0

FRAME
 NM=1 NL=4 Y=-1
 1 SH=I T=0.25,0.175,0.011,0.007,0.175,0.011 E=2.1E10
 C BEBAN MATI JURAI
 1 WL=0,-44.1,0 :BEBAN WF 200.150.6.9
 2 WL=0,-44.1,0 PLD=1.658,-13.718,0
 3 WL=0,-44.1,0 PLD=1.658,-3.02,0
 4 WL=0,-44.1,0 PLD=1.658,-5.521,0
 1,1,2 NM=1 NSL=1 LP=1,0 G=5,1,1,1,0,0
 7,7,8 NM=1 NSL=2,3,4 LP=1,0
 8,9,2 NM=1 LP=1,0

LOADS
 1 1 0 L=1 F=0,-185.175,0
 2 2 0 L=1 F=0,-329.238,0
 3 3 0 L=1 F=0,-274.365,0
 4 4 0 L=1 F=0,-219.492,0
 5 5 0 L=1 F=0,-164.619,0
 6 6 0 L=1 F=0,-109.746,0
 7 7 0 L=1 F=0,-54.873,0

C BEBAN HIDUP
 1 1 0 L=2 F=0,-40.703,0
 2 2 0 L=2 F=0,-72.360,0
 3 3 0 L=2 F=0,-60.30,0
 4 4 0 L=2 F=0,-48.24,0
 5 5 0 L=2 F=0,-36.18,0
 6 6 0 L=2 F=0,-24.12,0
 7 7 0 L=2 F=0,-12.06,0

C BEBAN ANGIN
 1 1 0 L=3 F=0,-74.524,0
 2 2 0 L=3 F=0,-132.486,0
 3 3 0 L=3 F=0,-110.405,0
 4 4 0 L=3 F=0,-88.323,0
 5 5 0 L=3 F=0,-66.244,0
 6 6 0 L=3 F=0,-44.163,0
 7 7 0 L=3 F=0,-22.08,0

COMBO
 1 C=1.2,1.6,0 :BEBAN TETAP
 2 C=1.2,1.6,0.8 :BEBAN SEMENTARA

ANALISA BALOK KUDA-KUDA & JIRAI ATAS

FRAME ELEMENT FORCES

ELT	LOAD	AXIAL	DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID	COMB	FORCE	END1	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ
1								
1	150.15	.0		-244.98	.00			
		1.7		-332.76	-479.12			
2	181.30	.0		+285.82	.00			
		1.7		-383.59	-563.43			
2								
1	-2889.40	.0		1145.06	-2055.45			
		1.7		1037.28	-229.03			
2	-3321.04	.0		1320.53	-2379.19			
		1.7		1232.76	-261.73			
3								
1	-2668.94	.0		694.33	-229.03			
		1.7		606.55	849.79			
2	-3052.43	.0		794.48	-261.73			
		1.7		706.71	983.22			
4								
1	-2489.97	.0		316.17	849.79			
		1.7		228.40	1301.40			
2	-2837.54	.0		356.09	983.22			
		1.7		268.31	1501.04			
5								
1	-2355.49	.0		10.61	1301.40			
		.2		.00	1302.46			
		1.7		-77.16	1246.21			
2	-2676.37	.0		5.35	1501.04			
		.1		.00	1501.31			
		1.7		-82.43	1437.12			
6								
1	-2266.51	.0		-212.35	1246.21			
		1.7		-310.12	804.63			
2	-2568.92	.0		-257.74	1437.12			
		1.7		-348.51	936.84			
7								
1	-2222.02	.0		-382.71	824.63			
		1.7		-608.74	.37			
		1.7		-608.81	.00			
2	-2515.10	.0		-433.16	936.84			
		1.7		-722.10	.44			
		1.7		-722.20	.00			
8								
1	-3359.49	.0		-1818.74	.00			
		.9		-1818.74	-1576.33			
2	-3900.30	.0		-2094.98	.00			
		.9		-2094.98	-1815.75			

ANALISA JURAI ATAP
PERANCANGAN GEDUNG KULIAH FE.UNAIR DGN DAKTALITAS PENUH
DANIEL PERSADANTA MANIK
3198,109,602

SYSTEM
L=3

JOINTS
1 X=0 Y=0
8 X=7 Y=6.067 G=1,8,1
9 X=1 Y=0

RESTRAINTS
1,8,1 R=0,0,0,0,0,0
8,8,0 R=1,1,1,1,1,0
9,9,0 R=1,1,1,1,1,0

FRAME
NM=1 NL=4 Y=1
1 SH=I T=0.25,0.175,0.011,0.0070,0.175,0.011 E=2.1E10
C BEBAN MATI JURAI
1 WG=0,-44.1,0 :BEBAN WF 200.100.5,5 8
2 WG=0,-44.1,0 PLD=1.3,-17.194,0
3 WG=0,-44.1,0 PLD=1.3,-3.776,0
4 WG=0,-44.1,0 PLD=1.3,-4.172,0
1,1,2 NM=1 NSL=1 LP=1,0 G=5,1,1,1,0,0
7,7,8 NM=1 NSL=2,3,4 LP=1,0
8,9,2 NM=1 LP=1,0

LOADS
1 1 0 L=1 F=0,-232.124,0
2 2 0 L=1 F=0,-412.568,0
3 3 0 L=1 F=0,-343.861,0
4 4 0 L=1 F=0,-275.057,0
5 5 0 L=1 F=0,-206.334,0
6 6 0 L=1 F=0,-137.522,0
7 7 0 L=1 F=0,-68.600,0

C BEBAN HIDUP
1 1 0 L=2 F=0,-51.012,0
2 2 0 L=2 F=0,-90.674,0
3 3 0 L=2 F=0,-75.574,0
4 4 0 L=2 F=0,-60.449,0
5 5 0 L=2 F=0,-45.344,0
6 6 0 L=2 F=0,-30.23,0
7 7 0 L=2 F=0,-10.544,0

C BEBAN ANGIN
1 1 0 L=3 F=0,-74.529,0
2 2 0 L=3 F=0,-132.465,0
3 3 0 L=3 F=0,-110.405,0
4 4 0 L=3 F=0,-88.313,0
5 5 0 L=3 F=0,-66.249,0
6 6 0 L=3 F=0,-44.155,0
7 7 0 L=3 F=0,-22.026,0

COMBO
1 C=1.2,1.6,0 :BEBAN TETAP
2 C=1.2,1.6,0.8 :BEBAN SEMENTARA

ANALISA JERAI ATAP

FRAME ELEMENT FORCES

Elt ID	LOAD COMB	AXIAL DIST	1-2 PLANE		AXIAL TORQ
			FORCE ENDT	SHEAR	
1					
	1	253.22			
		.0	-272.17	.00	
		1.3	-312.16	-386.63	
	2	262.27			
		.0	-317.22	.00	
		1.3	-357.21	-446.25	
2					
	1	-2520.05			
		.0	1045.92	-1454.77	
		1.3	1005.93	-97.13	
	2	-2886.57			
		.0	1197.42	-1666.44	
		1.3	1157.43	-110.33	
3					
	1	-2135.94			
		.0	602.74	-97.13	
		1.3	562.75	674.03	
	2	-2444.61			
		.0	687.49	-110.33	
		1.3	647.50	772.99	
4					
	1	-1821.76			
		.0	240.24	674.03	
		1.3	200.25	965.49	
	2	-2084.15			
		.0	271.60	772.99	
		1.3	231.61	1105.95	
5					
	1	-1577.41			
		.0	-41.68	965.49	
		1.3	-81.67	883.87	
	2	-1805.10			
		.0	-50.36	1105.95	
		1.3	-90.35	1012.85	
6					
	1	-1402.99			
		.0	-242.93	883.87	
		1.3	-282.92	535.94	
	2	-1607.54			
		.0	-276.30	1012.85	
		1.3	-318.29	618.10	
7					
	1	-1280.26			
		.0	-357.87	535.94	
		1.3	-476.21	11.13	
		1.3	-477.86	.00	
	2	-1461.71			
		.0	-406.56	618.10	
		1.3	-554.43	12.96	
		1.3	-556.85	.00	
8					
	1	-3605.48			
		.0	-1232.40	.00	
		.9	-1232.40	-1068.14	
	2	-4025.61			
		.0	-1410.14	.00	
		.9	-1410.14	-1222.19	

ANALISA BALOK KUDA-KUDA & JURAI ATAP
 PERANCANGAN GEDUNG KULIAH FE.UNAIR DGN DAKTALITAS PENUH
 DANIEL PERSADANTA MANIK
 3198.109.602

SYSTEM

L=3

JOINTS

1	X=0	Y=0	
8	X=7	Y=6.067	G=1,8,1
15	X=14	Y=0	G=8,15,1
16	X=1	Y=0	
17	X=13	Y=0	

RESTRAINTS

1,17,1	R=0,0,0,0,0,0
16,16,0	R=1,1,1,1,1,0
17,17,0	R=1,1,1,1,1,0

FRAME

NM=1	NL=1	Z=-1	
1	SH=I	T=0.25,0.175,0.011,0.007,0.175,0.011	E=2.1E10
1	WL=0,-44.1,0		
1,1,2	NM=1	NSL=1	LP=1,0 G=6,1,1,1,0,0
8,8,9	NM=1	NSL=1	LP=1,0 G=6,1,1,1,0,0
15,16,2	NM=1		LP=1,0
16,17,14	NM=1		LP=1,0

LOADS

C BEBAN MATI

1	1	0	L=1	F=0,-333.545,0
2	2	0	L=1	F=0,-515.709,0
3	3	0	L=1	F=0,-447.063,0
4	4	0	L=1	F=0,-378.189,0
5	5	0	L=1	F=0,-309.475,0
6	6	0	L=1	F=0,-240.665,0
7	7	0	L=1	F=0,-171.924,0
8	8	0	L=1	F=0,-1676.291,0
15	15	0	L=1	F=0,-333.545,0
14	14	0	L=1	F=0,-515.709,0
13	13	0	L=1	F=0,-447.063,0
12	12	0	L=1	F=0,-378.189,0
11	11	0	L=1	F=0,-309.475,0
10	10	0	L=1	F=0,-240.665,0
9	9	0	L=1	F=0,-171.924,0

C BEBAN HIDUP

1	1	0	L=2	F=0,-73.683,0
2	2	0	L=2	F=0,-113.343,0
3	3	0	L=2	F=0,-98.242,0
4	4	0	L=2	F=0,-83.118,0
5	5	0	L=2	F=0,-68.017,0
6	6	0	L=2	F=0,-52.893,0
7	7	0	L=2	F=0,-37.785,0
8	6	0	L=2	F=0,-52.899,0
15	15	0	L=2	F=0,-73.683,0
14	14	0	L=2	F=0,-113.343,0
13	13	0	L=2	F=0,-98.242,0
12	12	0	L=2	F=0,-83.118,0
11	11	0	L=2	F=0,-68.017,0
10	10	0	L=2	F=0,-52.893,0
9	9	0	L=2	F=0,-37.785,0

C BEBAN ANGIN

1	1	0	L=3	F=0,-107.642,0
2	2	0	L=3	F=0,-165.581,0
3	3	0	L=3	F=0,-143.520,0
4	4	0	L=3	F=0,-121.426,0
5	5	0	L=3	F=0,-99.365,0
6	6	0	L=3	F=0,-77.271,0
7	7	0	L=3	F=0,-55.144,0
8	8	0	L=3	F=0,-76.727,0
15	15	0	L=3	F=0,102.958,0
14	14	0	L=3	F=0,158.375,0
13	13	0	L=3	F=0,137.274,0
12	12	0	L=3	F=0,116.142,0
11	11	0	L=3	F=0,95.04,0
10	10	0	L=3	F=0,73.908,0
9	9	0	L=3	F=0,52.744,0
8	8	0	L=3	F=0,73.388,0

COMBO

1	C=1.2,1.6,0	:BEBAN TETAP
2	C=1.2,1.6,0.8	:BEBAN SEMENTARA

ANALISA BALOK KUDA-KUDA & JURAI ATAP

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST END1	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1								
1	1	339.36	.0	-391.55	.00			
			1.3	-461.58	-564.48			
2	2	395.76	.0	-436.62	.00			
			1.3	-516.65	-650.60			
2								
1	1	-4118.33	.0	1414.87	-2418.88			
			1.3	1344.84	-592.88			
2	2	-4284.23	.0	1598.11	-2309.57			
			1.3	1528.18	-440.95			
3								
1	1	-3664.01	.0	820.66	-592.88			
			1.3	750.63	446.79			
2	2	-3754.72	.0	917.24	-440.95			
			1.3	847.21	726.51			
4								
1	1	-3279.68	.0	307.19	446.79			
			1.3	237.16	806.96			
2	2	-3306.76	.0	330.36	726.51			
			1.3	260.33	1117.35			
5								
1	1	-2965.17	.0	-125.71	806.96			
			1.3	-195.74	594.27			
2	2	-2940.19	.0	-162.61	1117.35			
			1.3	-232.64	855.83			
6								
1	1	-2720.60	.0	-477.93	594.27			
			1.3	-547.96	-84.53			
2	2	-2655.13	.0	-561.54	855.83			
			1.3	-631.57	66.38			
7								
1	1	-2845.88	.0	-749.55	-34.53			
			1.3	-819.58	-1122.76			
2	2	-2451.62	.0	-866.50	66.38			
			1.3	-936.53	-1126.61			
8								
1	1	-2845.88	.0	819.58	-1122.76			
			1.3	749.55	-34.53			
2	2	-2649.98	.0	707.54	-1126.61			
			1.3	637.51	-236.64			
9								
1	1	-2720.60	.0	547.96	-84.53			
			1.3	477.93	594.27			
2	2	-2797.07	.0	467.81	-236.64			
			1.3	397.78	336.08			

10 -----				
1	-2985.17			
		.0	195.74	594.27
		1.3	125.71	806.96
2	-3002.92			
		.0	160.27	336.08
		1.3	90.24	501.83
11 -----				
1	-3279.68			
		.0	-237.16	806.96
		1.3	-307.19	446.79
2	-3267.63			
		.0	-215.18	501.83
		1.3	-183.21	170.75
12 -----				
1	-3664.01			
		.0	-750.63	446.79
		1.3	-820.66	-592.88
2	-3591.11			
		.0	-658.44	170.75
		1.3	-728.47	-746.91
13 -----				
1	-4118.33			
		.0	-1344.84	-592.88
		1.3	-1414.87	-2418.88
2	-3973.80			
		.0	-1169.66	-746.91
		1.3	-1239.69	-2341.09
14 -----				
1	339.36			
		.0	461.58	-564.48
		1.3	391.55	.00
2	285.41			
		.0	399.34	-482.12
		1.3	329.31	.00
15 -----				
1	-5137.75			
		.0	-2139.57	.00
		.9	-2139.57	-1854.39
2	-5603.53			
		.0	-2144.85	.00
		.9	-2144.85	-1858.98
16 -----				
1	-5137.75			
		.0	2139.57	.00
		.9	2139.57	1854.39
2	-4701.44			
		.0	2144.85	.00
		.9	2144.85	1858.98

ANALISA BALOK KUDA-KUDA & JURAI ATAP
 PERANCANGAN GEDUNG KULIAH FE,UNAIR DGN DAKTALITAS PENUH
 DANIEL PERSADANTA MANIK
 3198.109.602

SYSTEM
 L=3

JOINTS
 1 X=0 Y=0
 8 X=7 Y=6.067 G=1,8,1
 15 X=14 Y=0 G=8,15,1
 16 X=1 Y=0
 17 X=13 Y=0

RESTRAINTS
 1,17,1 R=0,0,0,0,0,0
 16,16,0 R=1,1,1,1,1,0
 17,17,0 R=1,1,1,1,1,0

FRAME
 NM=1 NL=4 Z=-1
 1 SH=1 T=0.25,0.175,0.011,0.007,0.175,0.011 E=2.1E10
 1 WL=0,-44.1,0
 2 WL=0,-20,0
 3 WL=0,-22.081,0
 4 WL=0,21.12,0
 1,1,2 NM=1 NSL=1,2,3 LP=1,0 G=6,1,1,1,0,0
 8,8,9 NM=1 NSL=1,2,4 LP=1,0 G=6,1,1,1,0,0
 15,16,2 NM=1 LP=1,0
 16,17,14 NM=1 LP=1,0

LOADS
 C BEBAN GORDING
 1 1 0 L=1 F=0,-273,0
 2 2 0 L=1 F=0,-546,0
 3 3 0 L=1 F=0,-546,0
 4 4 0 L=1 F=0,-546,0
 5 5 0 L=1 F=0,-546,0
 6 6 0 L=1 F=0,-546,0
 7 7 0 L=1 F=0,-546,0
 8 8 0 L=1 F=0,-546,0
 15 15 0 L=1 F=0,-273,0
 14 14 0 L=1 F=0,-546,0
 13 13 0 L=1 F=0,-546,0
 12 12 0 L=1 F=0,-546,0
 11 11 0 L=1 F=0,-546,0
 10 10 0 L=1 F=0,-546,0
 9 9 0 L=1 F=0,-546,0

COMBO
 1 C=1.2,1.6,0 : BEBAN TETAP
 2 C=1.2,1.6,0.8 : BEBAN SEMENTARA

ANALISA BALOK KUDA-KUDA & JURAI ATAP

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORO
1						
1	214.56					
	.0	-247.56	.00			
	1.3	-359.93	-401.96			
2	214.56					
	.0	-247.56	.00			
	1.3	-383.31	-417.42			
2						
1	-4489.10					
	.0	1591.70	-2359.18			
	1.3	1469.32	-339.43			
2	-4389.44					
	.0	1642.02	-2283.13			
	1.3	1506.27	-200.02			
3						
1	-4025.98					
	.0	974.21	-339.43			
	1.3	861.83	875.41			
2	-3960.32					
	.0	1011.16	-200.02			
	1.3	875.40	1048.25			
4						
1	-3596.86					
	.0	366.71	875.41			
	1.3	254.34	1286.34			
2	-3531.20					
	.0	390.29	1048.25			
	1.3	244.53	1461.67			
5						
1	-3167.73					
	.0	-240.78	1286.34			
	1.3	-353.16	893.35			
2	-3102.07					
	.0	-250.58	1461.67			
	1.3	-386.34	1040.24			
6						
1	-2738.61					
	.0	-848.27	893.35			
	1.3	-960.65	-303.54			
2	-2672.95					
	.0	-981.45	1040.24			
	1.3	-1017.20	-216.03			
7						
1	-2309.48					
	.0	-1455.76	-303.54			
	1.3	-1562.14	-2304.35			
2	-2243.92					
	.0	-1512.32	-216.03			
	1.3	-1668.07	-2307.14			
8						
1	-2309.48					
	.0	1562.14	-2304.35			
	1.3	1455.76	-303.54			
2	-2379.28					
	.0	1491.79	-2307.14			
	1.3	1401.77	-392.58			
9						
1	-2738.61					
	.0	960.65	-303.54			
	1.3	848.27	893.35			
2	-2808.43					
	.0	906.66	-392.58			
	1.3	816.64	747.66			

10 -----				
1 -3167.73				
	.0	353.16	822.35	
	1.3	240.75	1138.34	
2 -3237.53				
	.0	321.52	747.66	
	1.3	231.51	1113.68	
11 -----				
1 -3598.86				
	.0	-254.34	1286.34	
	1.3	-366.71	875.41	
2 -3666.85				
	.0	-263.61	1113.58	
	1.3	-353.63	713.18	
12 -----				
1 -4228.98				
	.0	-861.82	875.41	
	1.3	-974.21	-319.43	
2 -4095.77				
	.0	-848.74	715.18	
	1.3	-938.76	-477.55	
13 -----				
1 -4455.10				
	.0	-1489.32	-329.43	
	1.3	-1581.70	-2353.18	
2 -4524.90				
	.0	-1433.68	-477.55	
	1.3	-1523.90	-2424.60	
14 -----				
1 214.56				
	.0	359.93	-431.96	
	1.3	247.56	.00	
2 214.56				
	.0	337.58	-337.16	
	1.3	247.56	.00	
15 -----				
1 -5180.84				
	.0	-2257.06	.00	
	.9	-2257.06	-1938.22	
2 -5201.09				
	.0	-2152.62	.00	
	.9	-2152.62	-1868.71	
16 -----				
1 -5180.84				
	.0	2257.06	.00	
	.9	2257.06	1938.22	
2 -5165.97				
	.0	2362.30	.00	
	.9	2362.30	2047.44	

KONTROL PROFIL ATAP

Pada	M _{Dn} kg/cm	M _{Jepir} kg/m	A _x	a _t	d _{DN} kg/cm	r _{ax}	R _{ax} mm-l	B _x	L ₁	β*	Δ ₃	θ _{tip} kg/cm	#	p pakai	m ₁ kg/cm	m ₂ kg/cm	k _{ut}		
Jural Atap 1 (WF 250 x 175 x 7 x 11) bahan atap																			
A = 56,24 I _x = 10,4 W _x = 502 I _y = 995 N = 2889,8 M ₁ = 0 M ₂ = 2055,45			142,37	1143,519	95,873	1,93	2264,886	44,081	1,023	0,6	431	0,809	629,296	1370,871	0,729	1,000	350,530	460,828	OK
Jural Atap 1 (WF 250 x 175 x 7 x 11) bahan semestara																			
A = 56,24 I _x = 10,4 W _x = 502 I _y = 995 N = 3321,84 M ₁ = 0 M ₂ = 2379,19			2583,158	1521,162	95,873	1,93	2264,696	38,351	1,027	0,6	431	0,782	705,293	1409,000	0,710	1,000	405,947	552,993	OK
Jural Atap 1 (WF 200 x 150 x 6 x 9) kantilever dengan beban atap																			
A = 39,01 I _x = 8,3 W _x = 277 I _y = 166 N = 390,74 M ₁ = 0 M ₂ = 1057,42			0	0	20,000	1	51815	5173,01	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	239,105	391,75648	OK
Jural Atap 1 (WF 200 x 150 x 6 x 9) kantilever dengan beban semestara																			
A = 39,01 I _x = 8,3 W _x = 277 I _y = 166 N = 422,58 M ₁ = 0 M ₂ = 1143,58			0	0	20,000	1	51815	4783,24	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	258,591	423,67737	OK
Jural Atap 2 (WF 250 x 175 x 7 x 11) bahan atap																			
A = 56,24 I _x = 10,4 W _x = 502 I _y = 794 N = 2320,05 M ₁ = 0 M ₂ = 1454,27			1936,647	1142,529	76,346	1,566	3556,163	79,263	1,013	0,6	***	0,636	779,013	1515,746	0,660	1	246,206	334,504	OK
Jural Atap 2 (WF 250 x 175 x 7 x 11) bahan semestara																			
A = 56,24 I _x = 10,4 W _x = 502 I _y = 794 N = 2686,57 M ₁ = 0 M ₂ = 1608,44			2448,837	1443,673	76,346	1,566	3556,163	69,286	1,015	0,6	***	0,578	802,078	1519,266	0,658	1	373,001	383,684	OK
Jural Atap 2 (WF 200 x 100 x 4,5 x 7) kantilever dengan beban atap																			
A = 23,18 I _x = 8,26 W _x = 160 I _y = 132 N = 518,83 M ₁ = 0 M ₂ = 792,37			0	0	15,981	1	80962	3617,18	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	319,529	517,8891	OK
Jural Atap 2 (WF 200 x 100 x 4,5 x 7) kantilever dengan beban semestara																			
A = 23,18 I _x = 8,26 W _x = 160 I _y = 132 N = 589,57 M ₁ = 0 M ₂ = 900,17			0	0	15,981	1	80962	3183,17	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	363,104	588,04068	OK
Kuda-kuda atap kiri = kanan 2x (WF 250 x 175 x 7 x 11) bahan atap																			
A = 56,24 I _x = 10,4 W _x = 502 I _y = 794 N = 4118,53 M ₁ = 1122,76 M ₂ = 2118,88			2912,695	1628,727	76,346	1,566	3556,168	48,563	1,021	***	***	1,087	474,916	1401,831	0,864	1,000	501,206	555,076	OK

Kuda-kuda atap kiri 2a (WF 250 x 175 x 7 x 11) beban sementara																
A =	56,24	cm ²														
Ix =	10,4	cm														
Wx =	502	cm ³														
Iy =	794	cm	3e78,316	2017,434	76,346	1,566	3556,168	46,683	1,022	***	***	0,884	639,981	1485,709	0,809	1,000
N =	4284,23	kg														
M1 =	1126,61	kgm														
M2 =	2509,57	kgm														OK
Kuda-kuda atap kanan 2a (WF 250 x 175 x 7 x 11) beban sementara																
A =	56,24	cm ²														
Ix =	10,4	cm														
Wx =	502	cm ³														
Iy =	794	cm	2179,434	1218,678	76,346	1,566	3556,168	50,333	1,020	***	***	1,425	103,196	337,107	3,620	3,620
N =	3972,3	kg														
M1 =	1126,61	kgm														
M2 =	2341,69	kgm														OK
Jural Atap 2 (WF 200 x 100 x 4,5 x 7) kantilever kiri dengan beban tetap																
A =	23,18	cm ²														
Ix =	8,26	cm														
Wx =	160	cm ³														
Iy =	132	cm	0	0	15,981	1	80962	3617,18	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000
N =	518,83	kg														
M1 =	0	kgm														
M2 =	792,17	kgm														OK
Jural Atap 2 (WF 200 x 100 x 4,5 x 7) kantilever kiri dengan beban sementara																
A =	23,18	cm ²														
Ix =	8,26	cm														
Wx =	160	cm ³														
Iy =	132	cm	0	0	15,981	1	80962	3183,17	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000
N =	589,57	kg														
M1 =	0	kgm														
M2 =	900,17	kgm														OK
Jural Atap 2 (WF 200 x 100 x 4,5 x 7) kantilever kanan dengan beban tetap																
A =	23,18	cm ²														
Ix =	8,26	cm														
Wx =	160	cm ³														
Iy =	132	cm	0	0	15,981	1	80962	3617,18	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000
N =	518,83	kg														
M1 =	0	kgm														
M2 =	792,17	kgm														OK
Jural Atap 2 (WF 200 x 100 x 4,5 x 7) kantilever kanan dengan beban sementara																
A =	23,18	cm ²														
Ix =	8,26	cm														
Wx =	160	cm ³														
Iy =	132	cm	0	0	15,981	1	80962	3183,17	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000
N =	589,57	kg														
M1 =	0	kgm														
M2 =	900,17	kgm														OK
Kuda-kuda atap kiri + kanan 3a (WF 250 x 175 x 7 x 11) beban tetap																
A =	56,24	cm ²														
Ix =	10,4	cm														
Wx =	502	cm ³														
Iy =	794	cm	6797,915	3098,42	76,346	1,566	3556,168	44,889	1,023	***	***	0,686	756,340	1511,973	1,044	1,044
N =	4455,42	kg														
M1 =	2306,88	kgm														
M2 =	2338,54	kgm														OK
Kuda-kuda atap kiri 3a (WF 250 x 175 x 7 x 11) beban sementara																
A =	56,24	cm ²														
Ix =	10,4	cm														
Wx =	502	cm ³														
Iy =	794	cm	9078,807	4079,222	76,346	1,566	3556,168	45,560	1,022	***	***	0,563	807,156	1520,002	1,046	1,046
N =	4389,76	kg														
M1 =	2283,49	kgm														
M2 =	2306,88	kgm														OK
Kuda-kuda atap kanan 3a (WF 250 x 175 x 7 x 11) beban sementara																
A =	56,24	cm ²														
Ix =	10,4	cm														
Wx =	502	cm ³														
Iy =	794	cm	5564,473	2751,802	76,346	1,566	3556,168	44,197	1,023	***	***	0,862	654,797	1489,892	1,042	1,042
N =	4525,21	kg														
M1 =	2309,47	kgm														
M2 =	2434,96	kgm														OK

Jurai Atap 3 (WF 250 x 125 x 6 x 9) kantilever kiri dengan beban tetap																	
A =	37,66	cm															
Ix =	10,4	cm															
Wx =	324	cm ³															
Iy =	132	cm	0	0	12,692	1	80962	8632,58	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	109,25"
N =	353,2	kg															175,8231
M1 =	0	kgm															OK
M2 =	539,28	kgm															
Jurai Atap 3 (WF 250 x 125 x 6 x 9) kantilever kiri dengan beban semestara																	
A =	37,66	cm															
Ix =	10,4	cm															
Wx =	324	cm ³															
Iy =	132	cm	0	0	12,692	1	80962	8472,58	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	111,320
N =	359,87	kg															179,14218
M1 =	0	kgm															OK
M2 =	549,48	kgm															
Jurai Atap 3 (WF 250 x 125 x 6 x 9) kantilever kanan dengan beban tetap																	
A =	37,66	cm															
Ix =	10,4	cm															
Wx =	324	cm ³															
Iy =	132	cm	0	0	12,692	1	80962	8632,58	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	109,25"
N =	353,2	kg															175,8231
M1 =	0	kgm															OK
M2 =	539,28	kgm															
Jurai Atap 3 (WF 250 x 125 x 6 x 9) kantilever kanan dengan beban semestara																	
A =	37,66	cm															
Ix =	10,4	cm															
Wx =	324	cm ³															
Iy =	132	cm	0	0	12,692	1	80962	8749,89	1,000	0,6	***	***	***	1600	0,625	1,000	107,545
N =	347,67	kg															173,06823
M1 =	0	kgm															OK
M2 =	530,83	kgm															

eterangan:

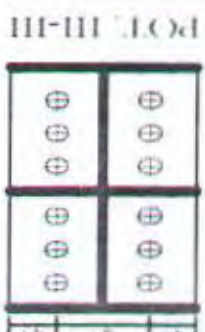
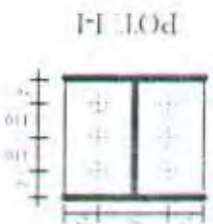
i. PPBM'84 psl. 4.8.5 maka pada perhitungan ini MDx tidak diperhitungkan
 tawanan tanda dengan Mx2 dan harga mutlak MDx < harga mutlak 2Mx2

KONTROL KOLOM ATAP

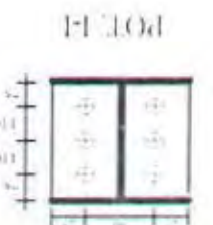
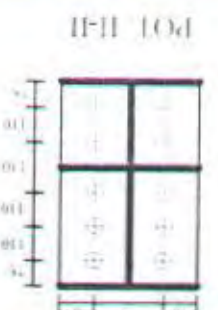
Profil	λ_x	α	σ_{ex} kg/cm ²	n_x	n_x n_x-1	β_x	C1	σ_{kip} kg/cm ²	θ	θ pakai	σ_1 kg/cm ²	σ_2 kg/cm ²	Ket.
Jurai Atap 1 (WF 200 x 100 x 5,5 x 8) Kolom pendek dengan beban tetap													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 3137,95 kg M1 = 0 kgm M2 = 1468,08 kgm	10,922	1	2035,2	17,62	1,060	0,6	225	1600	0,625	1,000	623,070	913,405	OK
Jurai Atap 1 (WF 200 x 100 x 5,5 x 8) Kolom pendek dengan beban sementara													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 3678,57 kg M1 = 0 kgm M2 = 1709,38 kgm	10,922	1	2035,2	15,03	1,071	0,6	225	1600	0,625	1,000	732,587	1064,452	OK
Jurai Atap 2 (WF 200 x 100 x 5,5 x 8) Kolom pendek dengan beban tetap													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 3347,22 kg M1 = 0 kgm M2 = 1030,85 kgm	10,922	1	2035,2	16,51	1,064	0,6	225	1600	0,625	1,000	481,055	683,485	OK
Jurai Atap 2 (WF 200 x 100 x 5,5 x 8) Kolom pendek dengan beban sementara													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 3871,93 kg M1 = 0 kgm M2 = 1190,13 kgm	10,922	1	2035,2	14,28	1,075	0,6	225	1600	0,625	1,000	559,878	789,370	OK
Kuda-kuda Atap 2a (WF 200 x 100 x 5,5 x 8) kolom pendek kiri = kanan dengan beban tetap													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 4983,19 kg M1 = 0 kgm M2 = 1834,93 kgm	10,922	1	80962	441,27	1,002	0,6	225	1600	0,625	1,000	783,181	1180,720	OK
Kuda-kuda Atap 2a (WF 200 x 100 x 5,5 x 8) kolom pendek kiri dengan beban sementara													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 5448,97 kg M1 = 0 kgm M2 = 1839,51 kgm	10,922	1	80962	403,55	1,002	0,6	225	1600	0,625	1,000	801,955	1200,359	OK

Kuda-kuda Atap 2a (WF 200 x 100 x 5,5 x 8) kolom pendek kanan dengan beban sementara													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 4546,88 kg M1 = 0 kgm M2 = 1839,51 kgm	10,922	1	80962	483,61	1,002	0,6	####	1600	0,625	1,000	768,494	1167,145	OK
Kuda-kuda Atap 3a (WF 250 x 100 x 5,5 x 8) kolom pendek kiri = kanan dengan beban tetap													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 5180,84 kg M1 = 0 kgm M2 = 1956,58 kgm	10,922	1	80962	424,43	1,002	0,6	####	1600	0,625	1,000	830,275	1254,111	OK
Kuda-kuda Atap 3a (WF 250 x 100 x 5,5 x 8) kolom pendek kiri dengan beban sementara													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 5201,09 kg M1 = 0 kgm M2 = 1866,07 kgm	10,922	1	80962	422,78	1,002	0,6	####	1600	0,625	1,000	801,442	1205,667	OK
Kuda-kuda Atap 3a (WF 250 x 100 x 5,5 x 8) kolom pendek kanan dengan beban sementara													
A = 27,16 cm ² Ix = 8,24 cm Wx = 184 cm ³ Ik = 90 cm N = 5165,97 kg M1 = 0 kgm M2 = 2047,8 kgm	10,922	1	80962	425,66	1,002	0,6	####	1600	0,625	1,000	859,538	1303,140	OK

M1 (tutup)	564,48 kgm	22	1210	O 16	A baut	2.011	1026,327	729,444	57,387	0,211	0,280	0,315	0,429	0,463	0,819	0,025	0,025	0,050
M1 kawat (sentr)	650,6 kgm	22	1210		A dlat	1,407	1182,909	840,731	65,471	0,280								
M2 (tutup)	2418,88 kgm	44	7260	O 16	A baut	2.011	1465,988	1041,925	70,357	0,429	0,463	0,819	0,429	0,463	0,819	0,025	0,025	0,050
M2 kawat (sentr)	2509,57 kgm	44	7260		A dlat	1,407	1520,952	1080,989	79,473	0,463								
M12 kawat (sentr)	2341,09	44	7260					1418,842	1008,417	88,109								
M1 (tutup)	1122,76 kgm	22	7260	O 16	A baut	2.011	340,230	241,813	40,755	0,025	0,025	0,050	0,025	0,025	0,050	0,025	0,025	0,050
M1 kawat (sentr)	1126,61 kgm	22	7260		A dlat	1,407	341,397	242,642	46,570	0,025								
M15 kawat (sentr)	1126,61 kgm	22	7260					341,397	242,642	46,570								
D1 (tutup)	461,62 kg																	
D1 kawat (sentr)	526,65 kg																	
D1 kawat (sentr)	399,34 kg																	
D2 (tutup)	1414,87 kg																	
D2 (tutup)	819,58 kg																	
D2 kawat (sentr)	1598,21 kg																	
D2 kawat (sentr)	1219,69 kg																	
D3 kawat (sentr)	916,43 kg																	
D3 kawat (sentr)	707,54 kg																	
Leg. jtm kombinas	1120 kg/cm ²																	
Leg. jtm geset	960 kg/cm ²																	



M1 (tutup)	401,96 kgm	22	1210	O 16	A baut	2.011	710,536	519,429	44,745	0,107	0,116	0,156	0,409	0,485	0,856	0,104	0,104	0,209
M1 kawat (sentr)	417,42 kgm	22	1210		A dlat	1,407	748,945	539,407	47,652	0,116								
M1 kawat (sentr)	317,58 kgm	22	1210					416,234	59,982	0,156								
M2 (tutup)	2358,18 kgm	44	7260	O 16	A baut	2.011	1429,200	1013,778	78,632	0,409	0,485	0,856	0,409	0,485	0,856	0,104	0,104	0,209
M2 kawat (sentr)	2283,13 kgm	44	7260		A dlat	1,407	1383,715	983,451	81,652	0,485								
M12 kawat (sentr)	1523,9	44	7260					656,415	108,608	0,856								
M1 (tutup)	2309,35 kgm	22	7260	O 16	A baut	2.011	698,288	496,296	77,978	0,103	0,103	0,156	0,409	0,485	0,856	0,104	0,104	0,209
M1 kawat (sentr)	2307,14 kgm	22	7260		A dlat	1,407	699,133	496,896	81,953	0,104								
M15 kawat (sentr)	2307,14 kgm	22	7260					496,896	106,026	0,209								
Leg. jtm kombinas	1120 kg/cm ²																	
Leg. jtm geset	960 kg/cm ²																	



**TABEL PERHITUNGAN TEBAL PELAT SATU ARAH
PADA LANTAI 1 - 2, 3 - 7 DAN ATAP**

Nama Pelat	Balok Pengapit	Ln cm	Sn cm	B Ln/Sn	Tmin cm	Tebal Pelat Dipaka	
						cm	Keterangan
PELAT LANTAI 1-2							
A	Tebal Rencana Pelat = 20 cm						
	$Ln = 600 - 1/2*(30 + 30)$ $Sn = 300 - 1/2*(30 + 25)$	570	272,5	2,092	11,96	20	Oke
	Balok Induk Memanjang 30/60						
	Balok Induk Melintang 30/60						
	Balok Anak Memanjang 25/50						
	Balok Cucu Melintang 25/50						
PELAT LANTAI 3-7							
A	Tebal Rencana Pelat = 12 cm						
	$Ln = 600 - 1/2*(30 + 30)$ $Sn = 300 - 1/2*(30 + 25)$	570	272,5	2,092	11,96	12	Oke
	Balok Induk Memanjang 30/60						
	Balok Induk Melintang 30/60						
	Balok Anak Memanjang 25/50						
	Balok Cucu Melintang 25/50						
D	Tebal Rencana Pelat = 12 cm						
	$Ln = 300 - 1/2*(30 + 25)$ $Sn = 150 - 1/2*(30 + 25)$	272,5	122,5	2,225	11,96	12	Oke
	Balok Induk Memanjang 30/60						
	Balok Induk Melintang 30/60						
	Balok Anak Memanjang 25/50						
	Balok Cucu Melintang 25/50						
PELAT ATAP							
A	Tebal Rencana Pelat = 11 cm						
	$Ln = 600 - 1/2*(30 + 30)$ $Sn = 300 - 1/2*(30 + 25)$	570	272,5	2,092	11,96	12	Oke
	Balok Induk Memanjang 30/60						
	Balok Induk Melintang 30/60						
	Balok Anak Memanjang 25/50						
	Balok Cucu Melintang 25/50						

$$T_{min} = 1/24 \times l \times (0,4 + f_y/700)$$

0 - 1/2*(30 - 25)												
1 Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	10384,36	15,29	1,469	0,85	0,0039	364,91	D12 - 300	377	216	0 6 - 100		
1 Jepit Tak terduga	4759,50	15,29	0,885	0,85	0,0023	189,38	D12 - 300	377	216	0 6 - 100		

PELAT LANTAI 4

n, qult = 11092															
$\sigma_0 = 1/2 \cdot (30 + 30)$	570	272,5	2,09174	82	94										
$\sigma_0 = 1/2 \cdot (30 + 25)$															
1 Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)						36301,09	15,29	3,135	0,85	0,0149	1396,34	D12-80	1414	216	0 6 - 100
1 Jepit Tak terduga						16638,00	15,29	3,093	0,85	0,0085	695,43	D12 - 150	754	216	0 6 - 100

n _g gult = 11092															
0 - 1/2*(30 + 25)	272,5	122,5	2,22449	82	94										
0 - 1/2*(30 + 25)															
1 Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)						9075,27	15,29	1,284	0,85	0,0034	317,65	D12 - 300	377	216	0 6 - 100
1 Jepit Tak terduga						4159,50	15,29	0,773	0,85	0,0020	165,12	D12 - 300	377	216	0 6 - 100

PELAT LANTAI 5-7

n ₁ gult = 8692															
80 - 1/2*(30 + 30)	570	272,5	2,09174	82	94										
80 - 1/2*(30 + 25)															
n Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mix)						28446,55	15,29	4,024	0,85	0,0113	1061,60	D12 - 100	1131	216	0.6 - 100
n Jepit Tak terduga						13038,00	15,29	2,424	0,85	0,0065	536,45	D12 - 150	754	216	0.6 - 100

n, quilt = 8692															
30 - 1/2*(30 + 25)	272.5	122.5	2.22449	82	94										
30 - 1/2*(30 + 25)															
n Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mix)						7111,64	15,29	1,006	0,85	0,0026	247,47	D12 - 300	377	216	0 6 - 100
n Jepit Tak terduga						3259,50	15,29	0,606	0,85	0,0018	147,60	D12 - 300	377	216	0 6 - 100

PELAT ATAP

n. quilt = 6492															
00 - 1/2*(30 + 30)	570	272,5	2,09174	62	74										
00 - 1/2*(30 + 25)															
n Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mix)						21246,55	15,29	4,850	0,85	0,0139	1029,80	D12 - 100	1131	216	0 6 - 100
n Jepit Tak terduga						9738,00	15,29	3,167	0,85	0,0087	539,28	D12 - 150	754	216	0 6 - 100

**TABEL PERHITUNGAN TEBAL PELAT DUA ARAH
PADA LANTAI 3 - 7**

Balok Pengapit	ln	sn	B	bw	h	be1	be2	K	Ibalok	Islab	a	am	tm1
	cm	cm	ln/sn	cm	cm	cm	cm		cm ⁴	cm ⁴			cm
7													
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
300 - 1/2*(30 + 25)													
200 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tepi)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	78,00	78,00	1,48	798257,45	43200,00	18,48	15,07	1,88
Induk Melintang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
300 - 1/2*(30 + 25)													
200 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19	15,07	1,88
Induk Melintang 30/60 (tepi)	272,5	173,5	1,57	30,00	60,00	78,00	78,00	1,48	798257,45	43200,00	18,48		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	174,5	1,56	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	175,5	1,55	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
300 - 1/2*(30 + 25)													
200 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19	16,00	1,80
Induk Melintang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
300 - 1/2*(30 + 25)													
200 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tepi)	272,5	272,5	1,00	30,00	60,00	78,00	78,00	1,48	798257,45	43200,00	18,48	15,07	2,62
Induk Melintang 30/60 (tengah)	272,5	272,5	1,00	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	272,5	1,00	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	272,5	1,00	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		

tm1
tm2
tidak perlu lebih besar dari tmax.

**TABEL PERHITUNGAN TEBAL PELAT DUA ARAH
PADA LANTAI 3 - 7**

Balok Pengapit	ln cm	sn cm	B ln/sn	bw cm	h cm	be1 cm	be2 cm	K	Ibalok cm ⁴	Isiab cm ⁴	a	am	tnl cm
7													
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
00 - 1/2*(30 + 25)													
00 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tepi)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	78,00	78,00	1,48	798257,45	43200,00	18,48	15,07	1,88
Induk Melintang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
00 - 1/2*(30 + 25)													
00 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19	15,07	1,88
Induk Melintang 30/60 (tepi)	272,5	173,5	1,57	30,00	60,00	78,00	78,00	1,48	798257,45	43200,00	18,48		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	174,5	1,56	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	175,5	1,55	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
00 - 1/2*(30 + 25)													
00 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19	16,00	1,80
Induk Melintang 30/60 (tengah)	272,5	172,5	1,58	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	172,5	1,58	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		
Rencana Pelat (t) = 12 cm													
00 - 1/2*(30 + 25)													
00 - 1/2*(30 + 25)													
Induk Memanjang 30/60 (tepi)	272,5	272,5	1,00	30,00	60,00	78,00	78,00	1,48	798257,45	43200,00	18,48	15,07	2,62
Induk Melintang 30/60 (tengah)	272,5	272,5	1,00	30,00	60,00	126,00	126,00	1,77	958428,88	43200,00	22,19		
Anak Memanjang 25/50 (tengah)	272,5	272,5	1,00	25,00	50,00	101,00	121,00	1,77	461712,19	43200,00	10,69		
Cucu Melintang 25/50 (tepi)	272,5	272,5	1,00	25,00	50,00	63,00	73,00	1,48	386504,14	43200,00	8,95		

tnl

tn2

tidak perlu lebih besar dari tmax.

TABEL PERHITUNGAN PENULANGAN PELAT DUA ARAH

$$S_{lx} = 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times a$$

$$S_{ly} = 0,001 \times q_u \times l_y^2 \times a$$

$$M_{lx} = 0,001 \times q_u \times l_x^3 \times a$$

$$M_{ly} = 0,001 \times q_u \times l_y^3 \times a$$

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tebal Selimut} = 20 \text{ mm}$$

$$d_x = 200 - 40 - 10 \cdot 2 = 110$$

$$d_y = 200 - 40 - 10 \cdot 2 = 110$$

$$d_x = 120 - 20 - 10 \cdot 2 = 90$$

$$d_y = 120 - 20 - 10 \cdot 2 = 90$$

Nama Pelat	Arah Penulangan	lx	ly	lx/ly	dy	dx	a	Momen (Nm)	m	Rn	β1	ρ balance	ρ max	ρ min	ρ perlu	As perlu mm²	Tulangan Pokok	As ada mm²
PELAT LANTAI 1																		
Tebal pelat = 200 mm, q _{ult} = 13760 N/m²																		
B2	lx = 300 - 1/2*(30 + 25)	272,5	172,5	1,579	145	155												
	ly = 200 - 1/2*(30 + 25)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	51	2088,17	15,29	0,108646	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	279,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	23	2350,06	15,29	0,139718	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	261,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	107	4381,07	15,29	0,227943	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	279,00	D10-200	393					
PELAT LANTAI 2																		
Tebal pelat = 200 mm, q _{ult} = 13396 N/m²																		
B2	lx = 300 - 1/2*(30 + 25)	272,5	172,5	1,579	136	148												
	ly = 200 - 1/2*(30 + 25)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	51	2032,94	15,29	0,116014	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	266,40	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	23	2167,66	15,29	0,146495	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	244,80	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	107	4041,03	15,29	0,235061	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	266,40	D10-200	393					
PELAT LANTAI 3																		
Tebal pelat = 120 mm, q _{ult} = 12692 N/m²																		
B1	lx = 300 - 1/2*(30 + 25)	272,5	172,5	1,579	90	95												
	ly = 200 - 1/2*(30 + 25)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	62	2341,53	15,29	0,214342	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	41	3864,09	15,29	0,59631	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	162,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	109	10272,82	15,29	1,585311	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0042	398,98	D10-175	449					
B2	lx = 300 - 1/2*(35 + 20)	272,5	172,5	1,579	90	95												
	ly = 200 - 1/2*(35 + 20)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	51	1925,10	15,29	0,266773	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	23	2167,66	15,29	0,334515	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	162,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	107	4041,03	15,29	0,559699	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
B3	lx = 300 - 1/2*(35 + 20)	272,5	172,5	1,579	90	95												
	ly = 200 - 1/2*(35 + 20)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	46	1737,27	15,29	0,240618	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	23	2336,15	15,29	0,363604	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	162,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	99	3738,90	15,29	0,517853	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
PELAT LANTAI 4																		
Tebal pelat = 120 mm, q _{ult} = 11092 N/m²																		
B=B2	lx = 300 - 1/2*(35 + 20)	272,5	172,5	1,579	90	83												
	ly = 200 - 1/2*(35 + 20)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	51	1683,29	15,29	0,233142	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	23	1894,40	15,29	0,292345	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	162,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	107	3531,60	15,29	0,489142	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
C	lx = 300 - 1/2*(35 + 20)	272,5	172,5	1,579	1	90	95											
	ly = 300 - 1/2*(35 + 20)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	51	4200,62	15,29	0,581803	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	171,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	23	1894,40	15,29	0,292345	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0018	162,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	107	8813,06	15,29	1,220645	0,85	0,0337	0,025	0,0018	0,0032	304,82	D10-200	393					
PELAT LANTAI 5 - 7																		
Tebal pelat = 120 mm, q _{ult} = 8692 N/m²																		
B1	lx = 300 - 1/2*(35 + 20)	272,5	172,5	1,579	90	95												
	ly = 200 - 1/2*(35 + 20)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	62	1663,58	15,29	0,222102	0,85	0,0337	0,025	0,0036	0,0018	171,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	41	2646,28	15,29	0,808377	0,85	0,0337	0,025	0,0036	0,0018	162,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	109	7035,25	15,29	1,085686	0,85	0,0337	0,025	0,0036	0,0028	270,33	D10-200	393					
B2	lx = 300 - 1/2*(35 + 20)	272,5	172,5	1,579	90	95												
	ly = 200 - 1/2*(35 + 20)																	
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mlx)	51	1319,07	15,29	0,182697	0,85	0,0337	0,025	0,0036	0,0018	171,00	D10-200	393					
	Momen Lapangan Maksimum per-meter lebar (Mly)	23	1484,50	15,29	0,229909	0,85	0,0337	0,025	0,0036	0,0018	162,00	D10-200	393					
	Momen Tumpuan Maksimum per-meter lebar (Mtx)	107	2767,46	15,29	0,383305	0,85	0,0337	0,025	0,0036	0,0018	171,00	D10-200	393					

* Kebutuhan nilai awal adalah

$$As_{awal} = \rho \cdot b \cdot h$$

$$= 0,0018 \cdot 1000 \cdot 120 = 216 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } 0.6 \cdot 100 \text{ (As ada} = 283)$$

* Kontrol spasi terpasang

* Kontrol lendutan

Menurut PB071 pasal 10.5.2 untuk pelat dengan bentang terpasang kurang dari 1,5 m, lendutan tidak perlu diperiksa asalkan tebal pelat tersebut lebih besar dari 1/35 kali panjang bentang terpasang

DISTRIBUSI BEBAN PADA BALOK MEMANJANG

Data		Nama Balok	Komponen beban	Btng 0-1	Btng 1-2	Btng 2-3	Btng 3-4	Btng 4-5	Btng 5-6	Btng 6-7
LANTAI 1										
lx	=	3 m	Balok B-F (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium	1320	1320	1320	1320	1320	1320
q DL	=	480 kg/m ²		Berat dinding						
q LL	=	500 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)	1320	1320	1320	1320	1320	1320
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5
				Total L.L. (kg/m)	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m	2684	2684	2684	2684	2684	2684	
lx	=	3 m	Balok D (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium	1320	1320	1320	1320	1320	1320
q DL	=	480 kg/m ²		Berat dinding		1000				
q LL	=	500 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)	1320	2320	1320	1320	1320	1320
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5
				Total L.L. (kg/m)	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m	2684	3884	2684	2684	2684	2684	
lx	=	3 m	Balok H (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium	1320	1320	1320	1320	1320	1320
q DL	=	480 kg/m ²		Berat dinding		1000				
q LL	=	500 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)	1320	1320	1320	2320	1320	1320
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5
				Total L.L. (kg/m)	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	687,5
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m	2684	2684	2684	3884	2684	2684	
LANTAI 2										
lx	=	3 m	Balok B,D,F (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium		1603,25	1603,25	1603,25	1603,25	1603,25
q DL	=	583 kg/m ²		Berat dinding						
q LL	=	400 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)		1603,25	1603,25	1603,25	1603,25	1603,25
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium		1100	1100	1100	1100	1100
				Total L.L. (kg/m)		1100	1100	1100	1100	1100
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m		3683,9	3683,9	3683,9	3683,9	3683,9	
lx	=	3 m	Balok H (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium		1603,25	1603,25	1603,25	1603,25	1603,25
q DL	=	583 kg/m ²		Berat dinding			1000			
q LL	=	400 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)		1603,25	1603,25	2603,25	1603,25	1603,25
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium		1100	1100	1100	1100	1100
				Total L.L. (kg/m)		1100	1100	1100	1100	1100
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m		3683,9	3683,9	4883,9	3683,9	3683,9	
LANTAI 3										
lx	=	3 m	Balok B (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium		1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25
q DL	=	391 kg/m ²		Berat dinding			1000			
q LL	=	500 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)		1075,25	2075,25	1075,25	1075,25	1075,25
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium		1375	1375	1375	1375	1375
				Total L.L. (kg/m)		1375	1375	1375	1375	1375
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m		3490,3	4690,3	3490,3	3490,3	3490,3	
lx	=	3 m	Balok D (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium		1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25
q DL	=	391 kg/m ²		Berat dinding						
q LL	=	500 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)		1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium		1375	1375	1375	1375	1375
				Total L.L. (kg/m)		1375	1375	1375	1375	1375
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m		3490,3	3490,3	3490,3	3490,3	3490,3	
lx	=	3 m	Balok F (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium		1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25
q DL	=	391 kg/m ²		Berat dinding			1000			
q LL	=	500 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)		1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium		1375	1375	1375	1375	1375
				Total L.L. (kg/m)		1375	1375	1375	1375	1375
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m		4690,3	3490,3	3490,3	3490,3	3490,3	
lx	=	3 m	Balok H (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium		1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25
q DL	=	391 kg/m ²		Berat dinding			1000			
q LL	=	500 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)		1075,25	1075,25	2075,25	1075,25	1075,25
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium		1375	1375	1375	1375	1375
				Total L.L. (kg/m)		1375	1375	1375	1375	1375
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m		3490,3	3490,3	4690,3	3490,3	3490,3	
LANTAI 4										
lx	=	3 m	Balok B (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium			1075,25	1075,25		
q DL	=	391 kg/m ²		Berat dinding						
q LL	=	400 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)			1075,25	1075,25	1075,25	
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium			1100	1100	1100	
				Total L.L. (kg/m)			1100	1100	1100	
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m			3050,3	3050,3	3050,3		
lx	=	3 m	Balok D & F (2 trapesium)	* Beban Mati						
ly	=	6 m		Berat pelat trapesium						
q DL	=	391 kg/m ²		Berat dinding						
q LL	=	400 kg/m ²		Total D.L. (kg/m)						
h bata	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup						
H lantai =	=	4 m		Berat pelat trapesium						
				Total L.L. (kg/m)						
			q ult = (1,2 DL + 1,6 LL) . kg/m							

			$q_{ult} = (1.2 DL + 1.6 LL) \dots kg/m$		2390,3	2390,3	2390,3	2390,3	2390,3	2390,3	
			* Beban Mati								
lx	=	3 m	Balok F (2 trapesium)	Berat pelat trapesium		1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	
ly	=	6 m		Berat dinding		1000					
q_{DL}	=	391 kg/m ²		Total D.L (kg/m)		2075,25	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25	
q_{LL}	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup							
b_{bata}	=	250 kg/m ²		Berat pelat trapesium		687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	
H_{lantai}	=	4 m		Total L.L (kg/m)		687,5	687,5	687,5	687,5	687,5	
						$q_{ult} = (1.2 DL + 1.6 LL) \dots kg/m$	3590,3	2390,3	2390,3	2390,3	
			* Beban Mati								
lx	=	3 m	Balok H (2 trapesium)	Berat pelat trapesium	537,625	1075,25	1075,25	1075,25	1075,25		
ly	=	6 m		Berat dinding		1000					
q_{DL}	=	391 kg/m ²		Total D.L (kg/m)	537,625	2075,25	1075,25	2075,25	1075,25		
q_{LL}	=	250 kg/m ²		* Beban Hidup							
b_{bata}	=	250 kg/m ²		Berat pelat trapesium	343,75	687,5	687,5	687,5	687,5		
H_{lantai}	=	4 m		Total L.L (kg/m)	343,75	687,5	687,5	687,5	687,5		
						$q_{ult} = (1.2 DL + 1.6 LL) \dots kg/m$	1195,15	3590,3	2390,3	2390,3	
LANTAI 8 (ATAP)											
			* Beban Mati								
lx	=	3 m	Balok B (2 trapesium)	Berat pelat trapesium			981,75	981,75	981,75	981,75	
ly	=	6 m		Berat dinding							
q_{DL}	=	357 kg/m ²		Total D.L (kg/m)			981,75	981,75	981,75	981,75	
q_{LL}	=	120 kg/m ²		* Beban Hidup							
b_{bata}	=	250 kg/m ²		Berat pelat trapesium			330	330	330	330	
H_{lantai}	=	4 m		Total L.L (kg/m)			330	330	330	330	
						$q_{ult} = (1.2 DL + 1.6 LL) \dots kg/m$	1706,1	1706,1	1706,1	1706,1	
			* Beban Mati								
lx	=	3 m	Balok D+F (2 trapesium)	Berat pelat trapesium		981,75				981,75	
ly	=	6 m		Berat dinding							
q_{DL}	=	357 kg/m ²		Total D.L (kg/m)		981,75				981,75	
q_{LL}	=	120 kg/m ²		* Beban Hidup							
b_{bata}	=	250 kg/m ²		Berat pelat trapesium		330				330	
H_{lantai}	=	4 m		Total L.L (kg/m)		330				330	
						$q_{ult} = (1.2 DL + 1.6 LL) \dots kg/m$	1706,1			1706,1	
			* Beban Mati								
lx	=	3 m	Balok H (2 trapesium)	Berat pelat trapesium	981,75	981,75	981,75	981,75	981,75	981,75	
ly	=	6 m		Berat dinding							
q_{DL}	=	357 kg/m ²		Total D.L (kg/m)	981,75	981,75	981,75	1981,75	981,75	981,75	
q_{LL}	=	120 kg/m ²		* Beban Hidup							
b_{bata}	=	250 kg/m ²		Berat pelat trapesium	330	330	330	330	330	330	
H_{lantai}	=	4 m		Total L.L (kg/m)	330	330	330	330	330	330	
						$q_{ult} = (1.2 DL + 1.6 LL) \dots kg/m$	1706,1	1706,1	1706,1	1706,1	

TABEL HASIL MOMEN BALOK ANAK

Letak	Beban	Jarak	Gaya Lintang		Vc	ΦVc	$Vu > \Phi Vc$	Vs	S perlu	Dipasang	Vs terpasang
	kg/m	m	kg	N	N						
Balok anak lantai 1											
umpuan kiri	2684	6	7381,000	73810,000	100872,238	60523,343	Ya	22144,429	1222,143	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kanan	2684	6	8723,000	87230,000	100872,238	60523,343	Ya	44511,096	608,021	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kiri	2684	6	7381,000	73810,000	100872,238	60523,343	Ya	22144,429	1222,143	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kanan	2684	6	8723,000	87230,000	100872,238	60523,343	Ya	44511,096	608,021	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kiri	2684	6	8052,000	80520,000	100872,238	60523,343	Ya	33327,762	812,046	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kanan	2684	6	8052,000	80520,000	100872,238	60523,343	Ya	33327,762	812,046	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kiri	3884	6	11652,000	116520,000	100872,238	60523,343	Ya	93327,762	289,985	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3884	6									
umpuan kanan	3884	6	11652,000	116520,000	100872,238	60523,343	Ya	93327,762	289,985	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3884	6									
umpuan kiri	2684	6	7381,000	73810,000	100872,238	60523,343	Ya	22144,429	1222,143	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kanan	2684	6	8723,000	87230,000	100872,238	60523,343	Ya	44511,096	608,021	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2684	6									
umpuan kiri	3884	6	11652,000	116520,000	100872,238	60523,343	Ya	93327,762	289,985	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3884	6									
umpuan kanan	3884	6	11652,000	116520,000	100872,238	60523,343	Ya	93327,762	289,985	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3884	6									
Balok anak lantai 2											
umpuan kiri	3683,9	6	10130,725	101307,250	100872,238	60523,343	Ya	67973,179	398,152	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3683,9	6									
umpuan kanan	3683,9	6	11972,675	119726,750	100872,238	60523,343	Ya	98672,346	274,278	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3683,9	6									
umpuan kiri	3683,9	6	10130,725	101307,250	100872,238	60523,343	Ya	67973,179	398,152	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3683,9	6									
umpuan kanan	3683,9	6	11972,675	119726,750	100872,238	60523,343	Ya	98672,346	274,278	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3683,9	6									
umpuan kiri	4883,9	6	14651,700	146517,000	100872,238	60523,343	Ya	143322,762	188,830	O 10 -600	45106,100
Lapangan	4883,9	6									
umpuan kanan	4883,9	6	14651,7	146517	100872,2377	60523,3426	Ya	143322,7623	188,830159	O 10 -600	45106,100
Lapangan	4883,9	6									
Balok anak lantai 3											
umpuan kiri	3490,3	6	9598,325	95983,250	100872,238	60523,343	Ya	59099,846	457,931	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3490,3	6									

mpuan kanan Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	11343,475	113434,750	100872,238	60523,343	Ya	88185,679	306,894	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	10470,900	104709,000	100872,238	60523,343	Ya	73642,762	367,499	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	10470,900	104709,000	100872,238	60523,343	Ya	73642,762	367,499	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	4690,3 4690,3	6 6	14070,900	140709,000	100872,238	60523,343	Ya	133642,762	202,507	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	4690,3 3490,3	6 6	14070,900	140709,000	100872,238	60523,343	Ya	133642,762	202,507	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	9598,325	95983,250	100872,238	60523,343	Ya	59099,846	457,931	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	11343,475	113434,750	100872,238	60523,343	Ya	88185,679	306,894	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	9598,325	95983,250	100872,238	60523,343	Ya	59099,846	457,931	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	11343,475	113434,750	100872,238	60523,343	Ya	88185,679	306,894	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	4690,3 4690,3	6 6	14070,900	140709,000	100872,238	60523,343	Ya	133642,762	202,507	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	4690,3 4690,3	6 6	14070,900	140709,000	100872,238	60523,343	Ya	133642,762	202,507	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	9598,325	95983,250	100872,238	60523,343	Ya	59099,846	457,931	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	3490,3 3490,3	6 6	11343,475	113434,750	100872,238	60523,343	Ya	88185,679	306,894	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	4690,3 4690,3	6 6	14070,900	140709,000	100872,238	60523,343	Ya	133642,762	202,507	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	4690,3 4690,3	6 6	14070,900	140709,000	100872,238	60523,343	Ya	133642,762	202,507	O 10 -600	45106,100
Balok anak lantai 4											
umpuan kiri Lapangan	3050,3 3050,3	6 6	8388,325	83883,250	100872,238	60523,343	Ya	38933,179	695,131	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	3050,3 3050,3	6 6	9913,475	99134,750	100872,238	60523,343	Ya	64352,346	420,554	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	3050,3 3050,3	6 6	8388,325	83883,250	100872,238	60523,343	Ya	38933,179	695,131	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	3050,3 3050,3	6 6	9913,475	99134,750	100872,238	60523,343	Ya	64352,346	420,554	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	4250,3 4250,3	6 6	12750,900	127509,000	100872,238	60523,343	Ya	111642,762	242,413	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	4250,3 4250,3	6 6	12750,900	127509,000	100872,238	60523,343	Ya	111642,762	242,413	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	3050,3 3050,3	6 6	8388,325	83883,250	100872,238	60523,343	Ya	38933,179	695,131	O 10 -600	45106,100
mpuan kanan Lapangan	3050,3 3050,3	6 6	9913,475	99134,750	100872,238	60523,343	Ya	64352,346	420,554	O 10 -600	45106,100
umpuan kiri Lapangan	3050,3 3050,3	6 6	9150,900	91509,000	100872,238	60523,343	Ya	51642,762	524,055	O 10 -600	45106,100

Lapangan	3050,3	6									
mpuan kanan	3050,3	6	9150,900	91509,000	100872,238	60523,343	Ya	51642,762	524,055	O 10 -600	45106,100
mpuan kiri	4250,3	6	12750,900	127509,000	100872,238	60523,343	Ya	111642,762	242,413	O 10 -600	45106,100
Lapangan	4250,3	6									
mpuan kanan	4250,3	6	12750,900	127509,000	100872,238	60523,343	Ya	111642,762	242,413	O 10 -600	45106,100
mpuan kiri	2405,15	6	7215,450	72154,500	100872,238	60523,343	Ya	19385,262	1396,095	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2405,15	6									
mpuan kanan	2405,15	6	7215,450	72154,500	100872,238	60523,343	Ya	19385,262	1396,095	O 10 -600	45106,100
Balok anak lantai 5											
mpuan kiri	2390,3	6	6573,325	65733,250	100872,238	60523,343	Ya	8683,179	3116,792	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kanan	2390,3	6	7768,475	77684,750	100872,238	60523,343	Ya	28602,346	946,204	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kiri	2390,3	6	6573,325	65733,250	100872,238	60523,343	Ya	8683,179	3116,792	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kanan	2390,3	6	7768,475	77684,750	100872,238	60523,343	Ya	28602,346	946,204	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kiri	3590,3	6	10770,900	107709,000	100872,238	60523,343	Ya	78642,762	344,134	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3590,3	6									
mpuan kanan	3590,3	6	10770,900	107709,000	100872,238	60523,343	Ya	78642,762	344,134	O 10 -600	45106,100
mpuan kiri	2390,3	6	6573,325	65733,250	100872,238	60523,343	Ya	8683,179	3116,792	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kanan	2390,3	6	7768,475	77684,750	100872,238	60523,343	Ya	28602,346	946,204	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kiri	2390,3	6	7170,900	71709,000	100872,238	60523,343	Ya	18642,762	1451,698	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kanan	2390,3	6	7170,900	71709,000	100872,238	60523,343	Ya	18642,762	1451,698	O 10 -600	45106,100
mpuan kiri	3590,3	6	10770,900	107709,000	100872,238	60523,343	Ya	78642,762	344,134	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3590,3	6									
mpuan kanan	3590,3	6	10770,900	107709,000	100872,238	60523,343	Ya	78642,762	344,134	O 10 -600	45106,100
Balok anak lantai 6											
mpuan kiri	2390,3	6	6573,325	65733,250	100872,238	60523,343	Ya	8683,179	3116,792	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kanan	2390,3	6	7768,475	77684,750	100872,238	60523,343	Ya	28602,346	946,204	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kiri	2390,5	6	6573,975	65739,750	100872,238	60523,343	Ya	8694,012	3112,908	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kanan	2390,3	6	7769,025	77690,250	100872,238	60523,343	Ya	28611,512	945,901	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2390,3	6									
mpuan kiri	3590,3	6	10770,900	107709,000	100872,238	60523,343	Ya	78642,762	344,134	O 10 -600	45106,100
Lapangan	3590,3	6									
mpuan kanan	3590,3	6	10770,900	107709,000	100872,238	60523,343	Ya	78642,762	344,134	O 10 -600	45106,100
mpuan kiri	2390,3	6	6573,325	65733,250	100872,238	60523,343	Ya	8683,179	3116,792	O 10 -600	45106,100

mpuan kanan	3590,3	6	10770,900	107709,000	100872,238	60523,343	Ya	78642,762	344,134	O 10 -600	45106,100
Balok anak lantai atap											
mpuan kiri	1706,1	6	4691,775	46917,750	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kanan	1706,1	6	5544,825	55448,250	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kiri	1706,1	6	4691,775	46917,750	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kanan	1706,1	6	5544,825	55448,250	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kiri	1706,1	6	4691,775	46917,750	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kanan	1706,1	6	5544,825	55448,250	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kiri	1706,1	6	5118,300	51183,000	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kanan	1706,1	6	5118,300	51183,000	100872,238	60523,343	Tidak				
Lapangan	1706,1	6									
mpuan kiri	2906,1	6	8718,300	87183,000	100872,238	60523,343	Ya	44432,762	609,092	O 10 -600	45106,100
Lapangan	2906,1	6									
mpuan kanan	2906,1	6	8718,300	87183,000	100872,238	60523,343	Ya	44432,762	609,092	O 10 -600	45106,100

**TABEL HASIL MOMEN BALOK ANAK
BERDASARKAN PBI'71 PsI.13,2**

As	Koef. Momen		Letak	Beban	Jarak	Momen	
				kg m	m	Kgm	Nmm
Balok anak lantai 1							
B F pada bntg 1-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2684	6	4026	40260000
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2684	6	8052	80520000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2684	6	8052	80520000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2684	6	6901,714286	69017142,86
D pada bntg 3-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2684	6	4026	40260000
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2684	6	8052	80520000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2684	6	8052	80520000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2684	6	6901,714286	69017142,86
bntg 1	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2684	6	4026	40260000
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2684	6	8052	80520000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	2684	6	4026	40260000
bntg 2	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3884	6	5826	58260000
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3884	6	11652	116520000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3884	6	5826	58260000
H pada bntg 0-2,4-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2684	6	4026	40260000
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2684	6	8052	80520000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2684	6	8052	80520000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2684	6	6901,714286	69017142,86
bntg 3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3884	6	5826	58260000
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3884	6	11652	116520000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3884	6	5826	58260000
Balok anak lantai 2							
B/F/D pada bntg 1-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3683,9	6	5525,85	55258500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3683,9	6	11051,7	110517000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3683,9	6	11051,7	110517000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3683,9	6	9472,885714	94728857,14
H pada bntg 0-2,4-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3683,9	6	5525,85	55258500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3683,9	6	11051,7	110517000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3683,9	6	11051,7	110517000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3683,9	6	9472,885714	94728857,14
bntg 3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	4883,9	6	7325,85	73258500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	4883,9	6	14651,7	146517000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	4883,9	6	7325,85	73258500
Balok anak lantai 3							
B pada bntg 3-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3490,3	6	5235,45	52354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3490,3	6	8975,057143	89750571,43
bntg 1	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3490,3	6	5235,45	52354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3490,3	6	5235,45	52354500
bntg 2	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	4690,3	6	7035,45	70354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	4690,3	6	14070,9	140709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	4690,3	6	7035,45	70354500
D pada bntg 1-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3490,3	6	5235,45	52354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3490,3	6	8975,057143	89750571,43
H pada bntg 1-2,4-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3490,3	6	5235,45	52354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3490,3	6	8975,057143	89750571,43
bntg 3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	4690,3	6	7035,45	70354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	4690,3	6	14070,9	140709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	4690,3	6	7035,45	70354500
F pada bntg 2-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3490,3	6	5235,45	52354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3490,3	6	10470,9	104709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3490,3	6	8975,057143	89750571,43

bntg 1	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	4690,3	6	7035,45	70354500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	4690,3	6	14070,9	140709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	4690,3	6	7035,45	70354500
Balok anak lantai 4							
B pada bntg 2-4	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3050,3	6	4575,45	45754500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3050,3	6	9150,9	91509000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3050,3	6	9150,9	91509000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3050,3	6	7843,628571	78436285,71
D-F pada bntg 2-3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3050,3	6	4575,45	45754500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3050,3	6	9150,9	91509000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3050,3	6	9150,9	91509000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3050,3	6	7843,628571	78436285,71
bntg 4	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	4250,3	6	6375,45	63754500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	4250,3	6	12750,9	127509000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	4250,3	6	6375,45	63754500
H pada bntg 2,4-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3050,3	6	4575,45	45754500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3050,3	6	9150,9	91509000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	3050,3	6	9150,9	91509000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	3050,3	6	7843,628571	78436285,71
bntg 2	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3050,3	6	4575,45	45754500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3050,3	6	9150,9	91509000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3050,3	6	4575,45	45754500
bntg 1,3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	4250,3	6	6375,45	63754500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	4250,3	6	12750,9	127509000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	4250,3	6	6375,45	63754500
bntg 0	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2405,15	6	3607,725	36077250
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2405,15	6	7215,45	72154500
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	2405,15	6	3607,725	36077250
Balok anak lantai 5							
B/D pada bntg 1-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
F pada bntg 2-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
bntg 1	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3590,3	6	5385,45	53854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3590,3	6	10770,9	107709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3590,3	6	5385,45	53854500
H pada bntg 4-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
bntg 0,2	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	2390,3	6	3585,45	35854500
bntg 1,3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3590,3	6	5385,45	53854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3590,3	6	10770,9	107709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3590,3	6	5385,45	53854500
Balok anak lantai 6							
B pada bntg 1-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
D pada bntg 1-2,5-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,75	35857500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
bntg 3,4	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3590,3	6	5385,45	53854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3590,3	6	10770,9	107709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3590,3	6	5385,45	53854500
F pada bntg 2-3,5-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14

bntg 1,4	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3590,3	6	5385,45	53854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3590,3	6	10770,9	107709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3590,3	6	5385,45	53854500
H pada bntg 4-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
bntg 0-2	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	2390,3	6	3585,45	35854500
bntg 1,3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3590,3	6	5385,45	53854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3590,3	6	10770,9	107709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3590,3	6	5385,45	53854500
Balok anak lantai 7							
B pada bntg 2-5	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
D pada bntg 1,6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	2390,3	6	3585,45	35854500
F pada bntg 2-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
bntg 1	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3590,3	6	5385,45	53854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3590,3	6	10770,9	107709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3590,3	6	5385,45	53854500
H pada bntg 4-5	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	2390,3	6	6146,485714	61464857,14
bntg 2	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2390,3	6	3585,45	35854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2390,3	6	7170,9	71709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	2390,3	6	3585,45	35854500
bntg 0	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	1195,15	6	1792,725	17927250
	(1/12)	0,08333	Lapangan	1195,15	6	3585,45	35854500
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	1195,15	6	1792,725	17927250
bntg 1,3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	3590,3	6	5385,45	53854500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	3590,3	6	10770,9	107709000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	3590,3	6	5385,45	53854500
Balok anak atap							
B pada bntg 2-5	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	1706,1	6	2559,15	25591500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	1706,1	6	5118,3	51183000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	1706,1	6	5118,3	51183000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	1706,1	6	4387,114286	43871142,86
D F pada bntg 1,6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	1706,1	6	2559,15	25591500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	1706,1	6	5118,3	51183000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	1706,1	6	2559,15	25591500
H pada bntg 1-2,4-6	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	1706,1	6	2559,15	25591500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	1706,1	6	5118,3	51183000
	(1/12)	0,08333	Tumpuan kanan	1706,1	6	5118,3	51183000
	(1/14)	0,07143	Lapangan	1706,1	6	4387,114286	43871142,86
bntg 0	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	1706,1	6	2559,15	25591500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	1706,1	6	5118,3	51183000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	1706,1	6	2559,15	25591500
bntg 3	(1/24)	0,04167	Tumpuan kiri	2906,1	6	4359,15	43591500
	(1/12)	0,08333	Lapangan	2906,1	6	8718,3	87183000
	(1/24)	0,04167	Tumpuan kanan	2906,1	6	4359,15	43591500

TABEL PENULANGAN BALOK ANAK

Utama = D16 mm
 Sengkan = D16 mm
 = 40 mm
 = 442 mm
 = 58 mm

$f_c' = 30 \text{ Mpa}$
 $f_y = 390 \text{ Mpa}$
 $h_c = 1500 \text{ mm}$
 $h_w = 250 \text{ mm}$
 $h = 500 \text{ mm}$

	Daerah	Momen Nmm	Mn Nmm	Asmax	Mnmax Nmm	Analisa Balok	a = 0,85.X	Rn	p perlu	As perlu (mm ²)		Jumlah Tulangan	
										tarik	tekan	tarik	tekan
LANTAI 1													
-6)	Tumpuan kiri	40260000	50325000	3723,85	476491408,3	Persegi	6,00	1,030	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	80520000	100650000	3723,85	2223855000	T.paslu		0,005	588,585	113,097	3-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	80520000	100650000		476491408,3	Persegi		0,006	609,594	113,097	4-D16	2-D12	
	lapangan	69017143	86271428,57		2223855000	T.paslu		0,005	503,918	113,097	3-D16	2-D12	
-6)	Tumpuan kiri	40260000	50325000		3723,85	476491408,3	Persegi	6,00	1,030	0,003	386,750	113,097	3-D16
	lapangan	80520000	100650000	2223855000	T.paslu	0,005	588,585		113,097	3-D16	2-D12		
	tumpuan kanan	80520000	100650000	3723,85	476491408,3	Persegi	0,006		609,594	113,097	4-D16	2-D12	
	lapangan	69017143	86271428,57	2223855000	T.paslu	0,005	503,918		113,097	3-D16	2-D12		
-6)	Tumpuan kiri	40260000	50325000	3723,85	476491408,3	Persegi	6,00	1,030	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	80520000	100650000	2223855000	T.paslu	0,005		588,585	113,097	3-D16	2-D12		
	tumpuan kanan	40260000	50325000	3723,85	476491408,3	Persegi		1,030	0,003	386,750	113,097	5-D16	2-D12
	lapangan	58260000	72825000	3723,85	476491408,3	Persegi		1,491	0,004	435,595	113,097	3-D16	2-D12
-6)	Tumpuan kiri	58260000	72825000	3723,85	476491408,3	Persegi	8,72	1,491	0,004	435,595	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	116520000	145650000	2223855000	T.paslu	0,008		854,852	113,097	5-D16	2-D12		
	tumpuan kanan	58260000	72825000	3723,85	476491408,3	Persegi		1,491	0,004	435,595	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	58260000	72825000	3723,85	476491408,3	Persegi		1,491	0,004	435,595	113,097	3-D16	2-D12
-6)	Tumpuan kiri	40260000	50325000	3723,85	476491408,3	Persegi	6,00	1,030	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	80520000	100650000	2223855000	T.paslu	0,005		588,585	113,097	3-D16	2-D12		
	tumpuan kanan	80520000	100650000	3723,85	476491408,3	Persegi		2,061	0,006	609,594	113,097	4-D16	2-D12
	lapangan	69017143	86271428,57	2223855000	T.paslu	0,005		503,918	113,097	3-D16	2-D12		
-6)	Tumpuan kiri	58260000	72825000	3723,85	476491408,3	Persegi	8,72	1,491	0,004	435,595	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	116520000	145650000	2223855000	T.paslu	0,008		854,852	113,097	5-D16	2-D12		
	tumpuan kanan	58260000	72825000	3723,85	476491408,3	Persegi		1,491	0,004	435,595	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	58260000	72825000	3723,85	476491408,3	Persegi		1,491	0,004	435,595	113,097	3-D16	2-D12
LANTAI 2													
-6)	Tumpuan kiri	55258500	69073125	3723,85	476491408,3	Persegi	8,26	1,414	0,004	412,473	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	110517000	138146250	2223855000	T.paslu	0,007		810,315	113,097	5-D16	2-D12		
	tumpuan kanan	110517000	138146250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,828	0,008	851,578	113,097	5-D16	2-D12
	lapangan	94728857	118411071,4	2223855000	T.paslu	0,006		693,444	113,097	4-D16	2-D12		
-6)	Tumpuan kiri	55258500	69073125	3723,85	476491408,3	Persegi	8,26	1,414	0,004	412,473	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	110517000	138146250	2223855000	T.paslu	0,007		810,315	113,097	5-D16	2-D12		
	tumpuan kanan	110517000	138146250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,828	0,008	851,578	113,097	5-D16	2-D12
	lapangan	94728857	118411071,4	2223855000	T.paslu	0,006		693,444	113,097	4-D16	2-D12		
-6)	Tumpuan kiri	73258500	91573125	3723,85	476491408,3	Persegi	7,07	1,875	0,005	552,335	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	73258500	91573125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,875	0,005	552,335	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	73258500	91573125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,875	0,005	552,335	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	73258500	91573125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,875	0,005	552,335	113,097	3-D16	2-D12

	lapangan	146517000	183146250		2223855000	T.paslu	10,99		0,010	1078,232	113,097	6-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	146517000	183146250	3723,85	476491408,3	Persegi		3,750	0,010	1154,704	113,097	6-D16	2-D12	
LANTAI 3														
3)	Tumpuan kiri	52354500	65443125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,340	0,004	390,177	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	104709000	130886250		1334313000	T.paslu	7,82		0,007	767,278	113,097	4-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	104709000	130886250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,680	0,007	804,013	113,097	5-D16	2-D12	
	lapangan	89750571	112188214,3		1334313000	T.paslu	6,70		0,006	656,671	113,097	4-D16	2-D12	
	Tumpuan kiri	52354500	65443125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,340	0,004	390,177	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	104709000	130886250		1334313000	T.paslu	7,82		0,007	767,278	113,097	4-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	52354500	65443125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,340	0,004	390,177	113,097	3-D16	2-D12	
	Tumpuan kiri	70354500	87943125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,801	0,005	529,573	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	140709000	175886250		1334313000	T.paslu	10,55		0,009	1034,873	113,097	6-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	70354500	87943125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,801	0,005	529,573	113,097	3-D16	2-D12	
3)	Tumpuan kiri	52354500	65443125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,340	0,004	390,177	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	104709000	130886250		1334313000	T.paslu	7,82		0,007	767,278	113,097	4-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	104709000	130886250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,680	0,007	804,013	113,097	5-D16	2-D12	
	lapangan	89750571	112188214,3		1334313000	T.paslu	6,70		0,006	656,671	113,097	4-D16	2-D12	
-6)	Tumpuan kiri	52354500	65443125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,340	0,004	390,177	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	104709000	130886250		1334313000	T.paslu	7,82		0,007	767,278	113,097	4-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	104709000	130886250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,680	0,007	804,013	113,097	5-D16	2-D12	
	lapangan	89750571	112188214,3		1334313000	T.paslu	6,70		0,006	656,671	113,097	4-D16	2-D12	
	Tumpuan kiri	70354500	87943125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,801	0,005	529,573	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	140709000	175886250		1334313000	T.paslu	10,55		0,009	1034,873	113,097	6-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	70354500	87943125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,801	0,005	529,573	113,097	3-D16	2-D12	
3)	Tumpuan kiri	52354500	65443125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,340	0,004	390,177	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	104709000	130886250		1334313000	T.paslu	7,82		0,007	767,278	113,097	4-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	104709000	130886250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,680	0,007	804,013	113,097	5-D16	2-D12	
	lapangan	89750571	112188214,3		1334313000	T.paslu	6,70		0,006	656,671	113,097	3-D16	2-D12	
	Tumpuan kiri	70354500	87943125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,801	0,005	529,573	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	140709000	175886250		1334313000	T.paslu	10,55		0,009	1034,873	113,097	6-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	70354500	87943125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,801	0,005	529,573	113,097	3-D16	2-D12	
LANTAI 4														
3)	Tumpuan kiri	45754500	57193125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,171	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	91509000	114386250		1334313000	T.paslu	6,83		0,006	669,655	113,097	4-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	91509000	114386250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,342	0,006	697,201	113,097	4-D16	2-D12	
	lapangan	78436286	98045357,14		1334313000	T.paslu	5,84		0,005	573,233	113,097	3-D16	2-D12	
3)	Tumpuan kiri	45754500	57193125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,171	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	91509000	114386250		1334313000	T.paslu	6,83		0,006	669,655	113,097	4-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	91509000	114386250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,342	0,006	697,201	113,097	4-D16	2-D12	
	lapangan	78436286	98045357,14		1334313000	T.paslu	5,84		0,005	573,233	113,097	3-D16	2-D12	
3)	Tumpuan kiri	63754500	79693125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,632	0,004	478,127	113,097	3-D16	2-D12	
	lapangan	127509000	159386250		1334313000	T.paslu	9,55		0,008	936,523	113,097	5-D16	2-D12	
	tumpuan kanan	63754500	79693125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,632	0,004	478,127	113,097	3-D16	2-D12	

Tumpuan kiri lapangan	45754500	57193125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,171	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	91509000	114386250		1334313000	T.paslu	6,83		0,006	669,655	113,097	4-D16	2-D12	80
tumpuan kiri lapangan	91509000	114386250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,342	0,006	697,201	113,097	4-D16	2-D12	80
tumpuan kanan lapangan	78436286	98045357,14		1334313000	T.paslu	5,84		0,005	573,233	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	36077250	45096562,5	3723,85	476491408,3	Persegi		0,923	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	72154500	90193125		1334313000	T.paslu	5,37		0,005	526,991	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kiri lapangan	36077250	45096562,5	3723,85	476491408,3	Persegi		0,923	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	63754500	79693125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,632	0,004	478,127	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	127509000	159386250		1334313000	T.paslu	9,55		0,008	936,523	113,097	5-D16	2-D12	100
tumpuan kiri lapangan	63754500	79693125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,632	0,004	478,127	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	45754500	57193125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,171	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	91509000	114386250		1334313000	T.paslu	6,83		0,006	669,655	113,097	4-D16	2-D12	80
tumpuan kanan lapangan	45754500	57193125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,171	0,003	386,750	113,097	5-D16	2-D12	100

LANTAI 5

Tumpuan kiri lapangan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kiri lapangan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kiri lapangan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kiri lapangan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	4-D16	2-D12	80
Tumpuan kiri lapangan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kiri lapangan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kiri lapangan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	107709000	134636250		1334313000	T.paslu	8,05		0,007	789,501	113,097	4-D16	2-D12	80
tumpuan kanan lapangan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	60

LANTAI 6

Tumpuan kiri lapangan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kiri lapangan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	60
Tumpuan kiri lapangan	35857500	44821875	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	60
tumpuan kanan lapangan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	60

	lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	107709000	134636250		1334313000	T.paslu	8,05		0,007	789,501	113,097	4-D16	2-D12	8
	tumpuan kanan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	5-D16	2-D12	1
5)	Tumpuan kiri	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	107709000	134636250		1334313000	T.paslu	8,05		0,007	789,501	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	107709000	134636250	3723,85	476491408,3	Persegi		2,757	0,007	828,537	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	53854500	67318125		1334313000	T.paslu	4,00		0,004	392,613	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	53854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	107709000	134636250		1334313000	T.paslu	8,05		0,007	789,501	113,097	4-D16	2-D12	8
	tumpuan kanan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	6

LANTAI 7

	Tumpuan kiri	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	35854500	44818125		1334313000	T.paslu	2,66		0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	107709000	134636250		1334313000	T.paslu	8,05		0,007	789,501	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12	6
	tumpuan kanan	71709000	89636250	3723,85	476491408,3	Persegi		1,835	0,005	540,180	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	61464857	76831071,43		1334313000	T.paslu	4,57		0,004	448,436	113,097	3-D16	2-D12	6
	Tumpuan kiri	17927250	22409062,5	3723,85	476491408,3	Persegi		0,459	0,001	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6
	lapangan	35854500	44818125		1334313000	T.paslu	2,66		0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12	6

	tumpuan kanan	17927250	22409062,5	3723,85	476491408,3	Persegi		0,459	0,001	386,750	113,097	3-D16	2-D12
5)	Tumpuan kiri	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	71709000	89636250		1334313000	T.paslu	5,34		0,005	523,714	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	35854500	44818125	3723,85	476491408,3	Persegi		0,918	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
3)	Tumpuan kiri	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	107709000	134636250		1334313000	T.paslu	8,05		0,007	789,501	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	53854500	67318125	3723,85	476491408,3	Persegi		1,378	0,004	401,685	113,097	3-D16	2-D12

LANTAI ATAP

5)	Tumpuan kiri	25591500	31989375	3723,85	476491408,3	Persegi		0,655	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	51183000	63978750		1334313000	T.paslu	3,80		0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	51183000	63978750	3723,85	476491408,3	Persegi		1,310	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	43871143	54838928,57		1334313000	T.paslu	3,26		0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
-6)	Tumpuan kiri	25591500	31989375	3723,85	476491408,3	Persegi		0,655	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	51183000	63978750		1334313000	T.paslu	3,80		0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	51183000	63978750	3723,85	476491408,3	Persegi		1,310	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	25591500	31989375		1334313000	T.paslu	1,90		0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
4-6)	Tumpuan kiri	25591500	31989375	3723,85	476491408,3	Persegi		0,655	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	51183000	63978750		1334313000	T.paslu	3,80		0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	51183000	63978750	3723,85	476491408,3	Persegi		1,310	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	43871143	54838928,57		1334313000	T.paslu	3,26		0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
)	Tumpuan kiri	25591500	31989375	3723,85	476491408,3	Persegi		0,655	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	51183000	63978750		1334313000	T.paslu	3,80		0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	25591500	31989375	3723,85	476491408,3	Persegi		0,655	0,002	386,750	113,097	3-D16	2-D12
)	Tumpuan kiri	43591500	54489375	3723,85	476491408,3	Persegi		1,116	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12
	lapangan	87183000	108978750		1334313000	T.paslu	6,50		0,006	637,719	113,097	3-D16	2-D12
	tumpuan kanan	43591500	54489375	3723,85	476491408,3	Persegi		1,116	0,003	386,750	113,097	3-D16	2-D12

TABEL TULANGAN TORSI DAN PANJANG PENYALURAN

B = 250 mm $f_c' = 30 \text{ Mpa}$
 H = 500 mm $f_y = 390 \text{ Mpa}$
 d = 442 mm
 decking = 40 mm $x_1 = 160 \text{ mm}$
 Av = 157 mm $y_2 = 410 \text{ mm}$

As balok	Daerah	As perlu (mm ²)			A1 mm2	Torsi	Tul. tengah	Jumlah tulangan akhir			
		tarik	tekan	1/4 A1				Tarik		tekan	
LANTAI 1											
As B F (1-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	588,585	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	619,034	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	609,594	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	640,043	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	503,918	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	534,367	3- D16	143,449	3-D12
As D (3-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	588,585	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	619,034	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	609,594	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	640,043	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	503,918	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	534,367	3- D16	143,449	3-D12
As D (1)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	588,585	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	619,034	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As D (2)	Tumpuan kiri	435,595	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	466,044	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	854,852	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	885,301	5-D16	143,449	3-D16
	tumpuan kanan	435,595	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	466,044	3- D16	143,449	3-D12
As H (0-2,4-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	588,585	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	619,034	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	609,594	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	640,043	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	503,918	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	534,367	3- D16	143,449	3-D12
As H (3)	Tumpuan kiri	435,595	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	466,044	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	854,852	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	885,301	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	435,595	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	466,044	3- D16	143,449	3-D12
LANTAI 2											
As B F D (1-6)	Tumpuan kiri	412,473	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	442,922	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	810,315	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	840,764	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	851,578	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	882,026	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	693,444	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	723,893	5-D16	143,449	3-D12
As H (0-2,4-6)	Tumpuan kiri	804,013	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	834,462	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	767,278	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	797,726	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	683,103	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	713,552	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
As H (3)	Tumpuan kiri	804,013	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	834,462	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	381,621	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	412,069	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	529,573	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	560,022	5-D16	143,449	3-D12
LANTAI 3											
As B (3-6)	Tumpuan kiri	529,573	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	560,022	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	381,621	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	412,069	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	804,013	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	834,462	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	767,278	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	797,726	5-D16	143,449	3-D12
As B (1)	Tumpuan kiri	390,177	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	420,626	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	767,278	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	797,726	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	390,177	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	420,626	3- D16	143,449	3-D12
As B (2)	Tumpuan kiri	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
As D (1-6)	Tumpuan kiri	1104,785	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	1135,233	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	513,752	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	544,200	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	390,177	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	420,626	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	767,278	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	797,726	5-D16	143,449	3-D12
As H (1-2,4-6)	Tumpuan kiri	804,013	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	834,462	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	656,671	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	687,119	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12

	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
As H (3)	Tumpuan kiri	1104,785	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	1135,233	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	513,752	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	544,200	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	1104,785	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	1135,233	3- D16	143,449	3-D12
As F (2-6)	Tumpuan kiri	697,201	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	727,649	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	573,233	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	603,682	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	333,293	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	363,741	5-D16	143,449	3-D12
As F (1)	Tumpuan kiri	593,113	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	623,562	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	593,113	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	623,562	3- D16	143,449	3-D12
LANTAI 4											
As B (2-4)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	465,248	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	495,697	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	333,293	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	363,741	5-D16	143,449	3-D12
As D F (2-3)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	573,233	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	603,682	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
As D F (4)	Tumpuan kiri	697,201	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	727,649	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	333,293	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	363,741	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	697,201	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	727,649	3- D16	143,449	3-D12
As H (4-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	262,547	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	292,995	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	543,673	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	574,121	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	526,991	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	557,440	5-D16	143,449	3-D12
As H (0)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (1,3)	Tumpuan kiri	540,180	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	570,629	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	540,180	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	570,629	3- D16	143,449	3-D12
As H (2)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
LANTAI 5											
As B D (1-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	392,613	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	423,062	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	264,849	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	295,298	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	3- D16	143,449	3-D12
As F (2-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	260,920	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	291,369	3- D16	143,449	3-D12
As F (1)	Tumpuan kiri	264,849	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	295,298	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	260,920	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	291,369	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	264,849	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	295,298	3- D16	143,449	3-D12
As H (4-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	260,920	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	291,369	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	540,180	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	570,629	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	3- D16	143,449	3-D12
As H (0,2)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (1,3)	Tumpuan kiri	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
LANTAI 6											
As B (1-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	260,920	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	291,369	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	540,180	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	570,629	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	3- D16	143,449	3-D12
As D (1-2,5-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12

	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	401,685	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	432,134	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	789,501	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	819,950	3- D16	143,449	3-D12
As D (3,4)	Tumpuan kiri	264,849	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	295,298	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	264,849	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	295,298	3- D16	143,449	3-D12
As F (2-3,5-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	260,920	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	291,369	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	540,180	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	570,629	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	3- D16	143,449	3-D12
As F (1,4)	Tumpuan kiri	828,537	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	858,986	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	789,501	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	819,950	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	828,537	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	858,986	3- D16	143,449	3-D12
As H (4-6)	Tumpuan kiri	401,685	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	432,134	5-D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	523,714	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	554,163	3- D16	143,449	3-D12
As H (0,2)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	260,920	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	291,369	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (1,3)	Tumpuan kiri	540,180	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	570,629	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	448,436	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	478,885	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	540,180	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	570,629	3- D16	143,449	3-D12
LANTAI 7											
As B (2-5)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	789,501	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	819,950	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	401,685	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	432,134	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	260,920	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	291,369	3- D16	143,449	3-D12
As D (1-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	448,436	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	478,885	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As F (2-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	789,501	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	819,950	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	401,685	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	432,134	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	675,660	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	706,109	3- D16	143,449	3-D12
As F (1)	Tumpuan kiri	381,203	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	411,652	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	373,038	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	403,487	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	381,203	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	411,652	3- D16	143,449	3-D12
As H (4-5)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	373,038	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	403,487	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	381,203	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	411,652	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	186,044	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	216,493	3- D16	143,449	3-D12
As H (0)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (2)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	810,315	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	840,764	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (1-3)	Tumpuan kiri	381,203	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	411,652	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	319,513	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	349,962	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	381,203	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	411,652	3- D16	143,449	3-D12
LANTAI ATAP											
As B (2-5)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As D F (1-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (1-2,4-6)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12

	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (0)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
As H (3)	Tumpuan kiri	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12
	lapangan	0,000	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	30,449	5-D16	143,449	3-D12
	tumpuan kanan	386,750	113,000	30,449	121,795	diabaikan	60,898	417,199	3- D16	143,449	3-D12

Catatan :

* Untuk panjang penyaluran lihat contoh perhitungan.

TABEL PERHITUNGAN MOMEN NOMINAL BALOK INDUK

No	Analisa balok	MuAs Ton-m	MuRet N-mm	Mr N-mm	Cc (dim. N)	Rumus ABC			XI	Syarat balok		ρ perlu	ρ pakai	Asperlu mm ²	As'perlu mm ²	Tul. Tarik pakai	Tul. Tekan pakai	As pakai mm ²	As' pakai mm ²	ρ act	ρ act
						AX ²	BX	C		ρ min	ρ max										
1	Persegi	-13,13	122695000	153368750										819,278	409,639	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	4,08	32195000	40243750	32512,5	13817,813	17556750	40243750	2,296	0,004	0,025	0,001	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	3,84	38400000	48000300	32512,5	13817,813	17556750	48000000	2,740	0,004	0,025	0,002	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
2	Persegi	-15,28	144680000	180850000										966,079	483,040	6D-16	3D-16	1005	603	0,006	0,004
	Balok T	0,96	1480000	1850000	32512,5	13817,813	17556750	1850000	0,105	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,65	66500000	83125300	32512,5	13817,813	17556750	83125000	4,752	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
3	Persegi	-15,19	143855000	179818750										960,570	480,285	6D-16	3D-16	1005	603	0,006	0,004
	Balok T	0,9	955000	1193750	32512,5	13817,813	17556750	1193750	0,068	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,33	63300000	79125300	32512,5	13817,813	17556750	79125000	4,523	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
4	Persegi	-16,73	158675000	198343750										1059,529	529,764	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	0,52	-3425000	-4281250	32512,5	13817,813	17556750	-4281250	-0,244	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,26	62600000	78250000	32512,5	13817,813	17556750	78250000	4,473	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
5	Persegi	-15,67	148175000	185218750										989,416	494,708	6D-16	3D-16	1005	603	0,006	0,004
	Balok T	1,38	5275000	6593750	32512,5	13817,813	17556750	6593750	0,376	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,2	62000000	77500300	32512,5	13817,813	17556750	77500000	4,430	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
6	Persegi	-17,47	165685000	207106250										1106,337	553,168	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	0,56	-3415000	-4268750	32512,5	13817,813	17556750	-4268750	-0,243	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,84	68400000	85500300	32512,5	13817,813	17556750	85500000	4,889	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
7	Persegi	-24,65	230470000	288087500										1538,929	769,464	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Balok T	7,41	58070000	72587500	32512,5	13817,813	17556750	72587500	4,148	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	21,57	215700000	269625000	32512,5	13817,813	17556750	269625000	15,548	0,004	0,025	0,009	0,009	1524,860	762,430	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
8	Persegi	-27,33	255260000	319075000										1704,460	852,230	10D-16	5D-16	2010	1005	0,012	0,006
	Balok T	8,75	69460000	86825000	32512,5	13817,813	17556750	86825000	4,965	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	20,25	202500000	253125000	32512,5	13817,813	17556750	253125000	14,585	0,004	0,025	0,009	0,009	1430,447	715,224	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
9	Persegi	-26,05	243325000	304156250										1624,766	812,383	10D-16	5D-16	2010	1005	0,012	0,006
	Balok T	8,3	65825000	82281250	32512,5	13817,813	17556750	82281250	4,704	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	20,27	202700000	253375000	32512,5	13817,813	17556750	253375000	14,600	0,004	0,025	0,009	0,009	1431,877	715,938	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
10	Persegi	-25,59	220580000	275725000										1472,890	736,445	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Balok T	7,05	55180000	68975000	32512,5	13817,813	17556750	68975000	3,941	0,004	0,025	0,002	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	21,51	215100000	268875000	32512,5	13817,813	17556750	268875000	15,504	0,004	0,025	0,009	0,009	1520,565	760,283	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
11	Persegi	-18,34	173080000	216350000										1155,716	577,858	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	2,3	12680000	15850000	32512,5	13817,813	17556750	15850000	0,903	0,004	0,025	0,001	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	8,98	89800000	112250000	32512,5	13817,813	17556750	112250000	6,426	0,004	0,025	0,004	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
12	Persegi	-15,63	146900000	183625000										980,903	490,451	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	3,17	22360000	27875000	32512,5	13817,813	17556750	27875000	1,590	0,004	0,025	0,001	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	5,73	57360000	71625000	32512,5	13817,813	17556750	71625000	4,093	0,004	0,025	0,002	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
13	Persegi	-15,6	146810000	183512500										980,302	490,151	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	2,78	18610000	23262500	32512,5	13817,813	17556750	23262500	1,326	0,004	0,025	0,001	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,07	60700000	75875000	32512,5	13817,813	17556750	75875000	4,337	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
14	Persegi	-15,29	145150000	181437500										969,217	484,609	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	0,21	-5850000	-7062500	32512,5	13817,813	17556750	-7062500	-0,402	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,27	62700000	78375000	32512,5	13817,813	17556750	78375000	4,480	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
15	Persegi	-12,64	119845000	149806250										800,247	400,124	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	0,47	-1855000	-2318750	32512,5	13817,813	17556750	-2318750	-0,132	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	5,47	54700000	68375000	32512,5	13817,813	17556750	68375000	3,907	0,004	0,025	0,002	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
16	Persegi	-15,54	147500000	184375000										984,909	492,455	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	0,26	-5900000	-6625000	32512,5	13817,813	17556750	-6625000	-0,377	0,004	0,025	0,000	0,004	581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,7	67000000	83750300	32512,5	13817,813	17556750	83750000	4,788	0,004	0,025	0,003	0,004	581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002

D	Persegi	-22,51	212025000	265031250											1415,765	707,883	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Balok T	3,64	23325000	29156250	32512,5	13817,813	17556750	29156250	1,663	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
D	Persegi	-20,65	206500000	258125000	32512,5	13817,813	17556750	258125000	14,877	0,004	0,025	0,009	0,009		1459,042	729,521	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Balok T	-28,96	271185000	338981250	32512,5	13817,813	17556750	338981250	4,307	0,004	0,025	0,003	0,004		1810,797	905,399	10D-16	5D-16	2010	1005	0,012	0,006
D	Persegi	-27,68	259240000	324050000	32512,5	13817,813	17556750	324050000	4,060	0,004	0,025	0,002	0,004		1731,036	865,518	10D-16	5D-16	2010	1005	0,012	0,006
	Balok T	7,44	56840000	71050000	32512,5	13817,813	17556750	71050000	13,835	0,004	0,025	0,008	0,008		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
D	Persegi	-19,22	192200000	240250000	32512,5	13817,813	17556750	240250000	13,835	0,004	0,025	0,008	0,008		1356,878	678,439	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Balok T	-22,28	209740000	262175000	32512,5	13817,813	17556750	262175000	1,807	0,004	0,025	0,001	0,004		1400,507	700,254	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
D	Persegi	-3,84	25340000	31675000	32512,5	13817,813	17556750	31675000	1,807	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	20,55	205500000	256875000	32512,5	13817,813	17556750	256875000	14,804	0,004	0,025	0,009	0,009		1451,892	725,946	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
D	Persegi	-11,06	101600000	127000000	32512,5	13817,813	17556750	127000000	4,315	0,004	0,025	0,003	0,004		678,419	339,209	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	6,94	60400000	75500000	32512,5	13817,813	17556750	75500000	0,370	0,004	0,025	0,000	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
D	Persegi	-0,52	5200000	6500000	32512,5	13817,813	17556750	6500000	0,370	0,004	0,025	0,000	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Balok T	-15,66	148640000	185800000	32512,5	13817,813	17556750	185800000	-0,382	0,004	0,025	0,000	0,004		992,521	496,261	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
D	Persegi	0,26	-5360000	-6700000	32512,5	13817,813	17556750	-6700000	-0,382	0,004	0,025	0,000	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	8,07	80700000	100875000	32512,5	13817,813	17556750	100875000	5,772	0,004	0,025	0,003	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
D	Persegi	-15,18	141700000	177125000	32512,5	13817,813	17556750	177125000	2,861	0,004	0,025	0,002	0,004		946,181	473,090	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	5,02	40100000	50125000	32512,5	13817,813	17556750	50125000	2,861	0,004	0,025	0,002	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
D	Persegi	5,88	58800000	73500000	32512,5	13817,813	17556750	73500000	4,200	0,004	0,025	0,003	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Balok T																					
D	Persegi	-27,05	252320000	315400000	32512,5	13817,813	17556750	315400000	5,357	0,004	0,025	0,003	0,004		1684,829	842,415	10D-16	5D-16	2010	1005	0,012	0,006
	Balok T	9,31	74920000	93650000	32512,5	13817,813	17556750	93650000	1,583	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
D	Persegi	-15,27	144640000	180800000	32512,5	13817,813	17556750	180800000	1,583	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Balok T	0,85	440000	550000	32512,5	13817,813	17556750	550000	0,031	0,004	0,025	0,000	0,004		965,812	482,906	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
D	Persegi	-6,38	63800000	79750000	32512,5	13817,813	17556750	79750000	4,559	0,004	0,025	0,003	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Balok T	-15,54	147245000	184056250	32512,5	13817,813	17556750	184056250	-0,032	0,004	0,025	0,000	0,004		983,206	491,603	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
D	Persegi	0,77	-455000	-568750	32512,5	13817,813	17556750	-568750	-0,032	0,004	0,025	0,000	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	3,17	31700000	39625000	32512,5	13817,813	17556750	39625000	2,261	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
D	Persegi	-27,05	252320000	315400000	32512,5	13817,813	17556750	315400000	5,357	0,004	0,025	0,003	0,004		1684,829	842,415	10D-16	5D-16	2010	1005	0,012	0,006
	Balok T	9,31	74920000	93650000	32512,5	13817,813	17556750	93650000	1,583	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
D	Persegi	-27,05	252320000	315400000	32512,5	13817,813	17556750	315400000	5,357	0,004	0,025	0,003	0,004		1684,829	842,415	10D-16	5D-16	2010	1005	0,012	0,006
	Balok T	9,31	74920000	93650000	32512,5	13817,813	17556750	93650000	1,583	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
D	Persegi	-17,7	15960000	19950000	32512,5	13817,813	17556750	19950000	0,144	0,004	0,025	0,000	0,004		1059,692	529,846	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	0,38	2760000	3450000	32512,5	13817,813	17556750	3450000	0,144	0,004	0,025	0,000	0,004		1059,692	529,846	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
D	Persegi	-17,7	15960000	19950000	32512,5	13817,813	17556750	19950000	0,144	0,004	0,025	0,000	0,004		1059,692	529,846	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	0,38	2760000	3450000	32512,5	13817,813	17556750	3450000	0,144	0,004	0,025	0,000	0,004		1059,692	529,846	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
D	Persegi	-27,08	252915000	316145750	32512,5	13817,813	17556750	316145750	3,603	0,004	0,025	0,002	0,004		1195,612	597,806	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	8,69	69015000	86268750	32512,5	13817,813	17556750	86268750	1,444	0,004	0,025	0,001	0,004		1059,692	529,846	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
D	Persegi	-32,3	301095000	376368750	32512,5	13817,813	17556750	376368750	4,869	0,004	0,025	0,002	0,004		1431,822	715,911	4D-22	2D-22	1521	760	0,005	0,003
	Balok T	11,51	93195000	116493750	32512,5	13817,813	17556750	116493750	4,832	0,004	0,025	0,002	0,004		1058,256	529,128	3D-22	2D-22	1140	570	0,004	0,004
D	Persegi	-70,18	641625000	802031250	32512,5	13817,813	17556750	802031250	11,284	0,004	0,025	0,004	0,004		1106,735	553,367	6D-22	3D-22	2280	1140	0,008	0,004
	Balok T	50,19	441795000	552243750	32512,5	13817,813	17556750	552243750	34,013	0,004	0,025	0,011	0,011		3335,843	1667,921	16D-22	8D-22	6083	3041	0,021	0,010
D	Persegi	-20,02	640095000	800118750	32512,5	13817,813	17556750	800118750	11,337	0,004	0,025	0,007	0,007		1130,925	565,463	6D-22	3D-22	2280	1140	0,008	0,004
	Balok T	10,76	89420000	111775000	32512,5	13817,813	17556750	111775000	7,156	0,004	0,025	0,002	0,004		1179,200	589,600	4D-22	2D-22	1521	760	0,005	0,003
D	Persegi	-25,6	256200000	320250000	32512,5	13817,813	17556750	320250000	4,200	0,004	0,025	0,003	0,004		1451,892	725,946	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Balok T	13,68	136800000	171000000	32512,5	13817,813	17556750	171000000	4,200	0,004	0,025	0,003	0,004		1451,892	725,946	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005

	Persegi	-13,64	128260000	160325000													856,437	428,218	8D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	2,64	18265000	22825300	32512,5	13817,813	17556750	22825000	1,301	0,004	0,025	0,001	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,81	66100000	82625000	32512,5	13817,813	17556750	82625000	4,724	0,004	0,025	0,003	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-12,9	121450000	151431250													808,928	404,464	4D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	2,81	20245000	23966250	32512,5	13817,813	17556750	23966250	1,443	0,004	0,025	0,001	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,46	64600000	80750000	32512,5	13817,813	17556750	80750000	4,624	0,004	0,025	0,003	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-11,88	112610000	140617500													747,930	373,965	4D-16	2D-16	804	402	0,005	0,003
	Balok T	1,7	10210000	12762500	32512,5	13817,813	17556750	12762500	0,727	0,004	0,025	0,000	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	3,88	38800000	48500000	32512,5	13817,813	17556750	48500000	2,769	0,004	0,025	0,002	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-23,07	214715000	268097750													1015,028	507,514	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	6,9	73015000	91268750	32512,5	13817,813	23994225	91268750	3,812	0,004	0,025	0,002	0,004				1059,692	1059,692	6D-16	6D-16	1206	1206	0,007	0,007
	Balok T	1,01	10100000	12625000	32512,5	13817,813	23994225	12625000	0,526	0,004	0,025	0,000	0,004				1059,692	529,846	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Persegi	-7,15	65555000	81940750													309,990	154,995	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Balok T	4,74	41455000	51818750	32512,5	13817,813	23994225	51818750	2,162	0,004	0,025	0,001	0,004				1059,692	1059,692	6D-16	6D-16	1206	1206	0,007	0,007
	Balok T	13,83	138300000	172875000	32512,5	13817,813	23994225	172875000	7,235	0,004	0,025	0,004	0,004				1293,025	646,512	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Persegi	-33,59	318900000	399862500													1474,406	737,203	8D-16	4D-16	1208	804	0,007	0,005
	Balok T	14,43	120290000	150362500	32512,5	13817,813	23994225	150362500	6,289	0,004	0,025	0,004	0,005				1476,000	1476,000	8D-16	8D-16	1208	1208	0,007	0,007
	Balok T	4,42	44200000	55250000	32512,5	13817,813	23994225	55250000	2,306	0,004	0,025	0,001	0,004				1380,800	690,400	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Persegi	-28,08	180185000	232721250													882,762	441,381	4D-20	2D-20	1257	628	0,008	0,004
	Balok T	9,15	76885000	95166250	32512,5	13817,813	23994225	95166250	4,015	0,004	0,025	0,001	0,004				1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,008	0,008
	Balok T	13,19	131900000	169875000	32512,5	13817,813	23994225	169875000	7,936	0,004	0,025	0,003	0,004				1059,692	529,846	4D-20	2D-20	1257	628	0,008	0,004
	Persegi	-56,90	527130000	658875000													2489,147	1244,573	6D-20	4D-20	2513	1257	0,016	0,008
	Balok T	26,9	227100000	283875000	32512,5	13817,813	23994225	283875000	11,913	0,004	0,025	0,004	0,004				1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,008	0,008
	Balok T	19,75	197500000	246875000	32512,5	13817,813	23994225	246875000	10,351	0,004	0,025	0,003	0,003				1015,158	507,579	4D-20	2D-20	1257	628	0,008	0,004
	Persegi	-47,08	434675000	544993750													2065,672	1032,836	7D-20	4D-20	2199	1257	0,014	0,008
	Balok T	23,17	196375000	245716750	32512,5	13817,813	23994225	245716750	10,302	0,004	0,025	0,003	0,004				1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,008	0,008
	Balok T	30,36	303600000	379500000	32512,5	13817,813	23994225	379500000	15,963	0,004	0,025	0,005	0,005				1565,607	782,803	6D-20	3D-20	1885	942	0,012	0,006
	Persegi	-47,18	436590000	545737500													2070,010	1035,005	7D-20	4D-20	2199	1257	0,014	0,008
	Balok T	23,24	197190000	246487500	32512,5	13817,813	23994225	246487500	10,334	0,004	0,025	0,003	0,004				1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,008	0,008
	Balok T	25,92	259200000	324000000	32512,5	13817,813	23994225	324000000	15,730	0,004	0,025	0,005	0,005				1542,708	771,354	6D-20	3D-20	1885	942	0,012	0,006
	Persegi	-58,94	545790000	682237500													2587,762	1293,881	9D-20	5D-20	2827	1571	0,017	0,010
	Balok T	26,28	239190000	298987500	32512,5	13817,813	23994225	298987500	12,552	0,004	0,025	0,004	0,004				1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,008	0,008
	Balok T	21,26	212600000	265750000	32512,5	13817,813	23994225	265750000	11,147	0,004	0,025	0,004	0,004				1093,277	546,639	4D-20	2D-20	1257	628	0,008	0,004
	Persegi	-70,45	190350000	237937500													902,509	451,255	4D-20	2D-20	1257	628	0,008	0,004
	Balok T	7,85	64350000	80437500	32512,5	13817,813	23994225	80437500	3,359	0,004	0,025	0,001	0,004				1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,008	0,008
	Balok T	15	150000000	187500000	32512,5	13817,813	23994225	187500000	7,850	0,004	0,025	0,003	0,004				1059,692	529,846	4D-20	2D-20	1257	628	0,008	0,004
	Persegi	-13,28	123740000	154675000													826,255	413,128	5D-16	3D-16	1005	603	0,006	0,004
	Balok T	4,84	39340000	49175000	32512,5	13817,813	17556750	49175000	2,807	0,004	0,025	0,002	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,56	65600000	82000000	32512,5	13817,813	17556750	82000000	4,688	0,004	0,025	0,003	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-13,16	113035000	141293750													754,774	377,387	4D-16	2D-16	804	402	0,005	0,002
	Balok T	4,97	41135000	51418750	32512,5	13817,813	17556750	51418750	2,935	0,004	0,025	0,002	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	6,53	65300000	81625000	32512,5	13817,813	17556750	81625000	4,666	0,004	0,025	0,003	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-17,95	166745000	208431250													1113,415	556,707	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	7,56	62845000	78562500	32512,5	13817,813	17556750	78562500	4,496	0,004	0,025	0,003	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	4,85	48500000	60625000	32512,5	13817,813	17556750	60625000	3,463	0,004	0,025	0,002	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-27,64	256315000	326393750													1711,505	855,753	10D-16	5D-16	2011	1005	0,012	0,006
	Balok T	12,53	105215000	131518750	32512,5	13817,813	23994225	131518750	5,699	0,004	0,025	0,003	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	2,25	22500000	28125000	32512,5	13817,813	23994225	28125000	1,173	0,004	0,025	0,001	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-8,7	81385000	101791250													543,436	271,718	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Balok T	2,53	16685000	24666250	32512,5	13817,813	23994225	24666250	1,026	0,004	0,025	0,001	0,004				581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	9,28	92800000	116000000	32512,5	13817,813	23994225	116000000	4,948	0,004	0,025	0,003	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Persegi	-29,72	275370000	344212500													1838,742	919,371	10D-16	5D-16	2011	1005	0,012	0,006
	Balok T	13,94	117570000	146962500	32512,5	13817,813	23994225	146962500	6,147	0,004	0,025	0,004	0,004				602,846	602,846	4D-16	4D-16	804	804	0,005	0,005
	Balok T	3,38	33800000	44750000	32512,5	13817,813	23994225	44750000	1,867	0,004	0,025	0,001	0,004				581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002

0	Persegi	-20,88	193610000	242012500											917,966	458,983	4D-20	2D-20	1257	628	0,006	0,003
	Balok T	5,5	79810000	99762500	32512,5	13817,813	23994225	99762500	4,168	0,004	0,025	0,001	0,004		1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,006	0,006
	Balok T	11,06	110600000	138250000	32512,5	13817,813	23994225	138250000	5,781	0,004	0,025	0,002	0,004		1059,768	529,884	4D-20	2D-20	1257	628	0,006	0,003
0	Persegi	65,75	608705000	760881250											2886,061	1449,031	10D-20	5D-20	3142	1571	0,014	0,007
	Balok T	31,84	269605000	337006250	32512,5	13817,813	23994225	337006250	14,161	0,004	0,025	0,005	0,005		1388,846	1388,846	5D-20	5D-20	1571	1571	0,007	0,007
	Balok T	27,21	272100000	340125000	32512,5	13817,813	23994225	340125000	14,293	0,004	0,025	0,005	0,005		1401,807	700,903	5D-20	3D-20	1571	942	0,007	0,004
0	Persegi	-46,38	429080000	536350000											3034,403	1017,201	10D-20	5D-20	3142	1571	0,014	0,007
	Balok T	25,06	193880000	244850000	32512,5	13817,813	23994225	244850000	10,265	0,004	0,025	0,003	0,004		1059,692	1059,692	5D-20	5D-20	1571	1571	0,007	0,007
	Balok T	36,43	304300000	380375000	32512,5	13817,813	23994225	380375000	16,000	0,004	0,025	0,005	0,005		1569,251	784,625	5D-20	3D-20	1571	942	0,007	0,004
0	Persegi	-15,8	146245000	182806250											693,393	346,697	3D-20	2D-20	942	628	0,004	0,003
	Balok T	7,71	65345000	816811250	32512,5	13817,813	23994225	816811250	3,411	0,004	0,025	0,001	0,004		1059,692	1059,692	4D-20	4D-20	1257	1257	0,006	0,006
	Balok T	13,05	130500000	163125000	32512,5	13817,813	23994225	163125000	6,825	0,004	0,025	0,002	0,004		1059,768	529,884	4D-20	2D-20	1257	628	0,006	0,003
0	Persegi	-6,38	59395000	74243750											396,601	198,301	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
	Balok T	2,43	19895000	24868750	32512,5	13817,813	17556750	24868750	1,418	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	602	0,004	0,004
	Balok T	3,42	34200000	42750000	32512,5	13817,813	17556750	42750000	2,440	0,004	0,025	0,001	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
0	Persegi	-21,8	201650000	252062500											1346,488	673,244	8D-16	4D-16	1608	804	0,010	0,005
	Balok T	10,9	92650000	115812500	32512,5	13817,813	17556750	115812500	6,631	0,004	0,025	0,004	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	3,72	37200000	45500000	32512,5	13817,813	17556750	45500000	2,654	0,004	0,025	0,002	0,004		581,538	290,769	3D-16	2D-16	603	402	0,004	0,002
0	Persegi	-15,8	146245000	182806250											976,529	488,265	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	7,71	65345000	816811250	32512,5	13817,813	17556750	816811250	4,670	0,004	0,025	0,003	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	13,05	130500000	163125000	32512,5	13817,813	17556750	163125000	9,360	0,004	0,025	0,006	0,006		912,925	456,462	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
0	Persegi	-16,53	152480000	190600000											1018,162	509,081	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004
	Balok T	8,11	78280000	97850000	32512,5	13817,813	17556750	97850000	5,598	0,004	0,025	0,003	0,004		581,538	581,538	3D-16	3D-16	603	603	0,004	0,004
	Balok T	5,73	57300000	71625000	32512,5	13817,813	17556750	71625000	4,093	0,004	0,025	0,002	0,004		581,538	290,769	6D-16	3D-16	1206	603	0,007	0,004

TABEL PERHITUNGAN MOMEN KAPASITAS BALOK INDUK

Jom	Balok		Analisa Balok	Dimensi Balok	As'ada tump.	As'ada tump.	T (N)	As2	Bx	C	N (mm)	asmm	Ca (N)	Ca (N)	Ca1 (N)	Ca2 (N)	Ca3 (N)	Iv	Z cm	Ma Nmm	Mkap KNm	Kor mm
	b	d																				
215-216	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,395	0,0
216-215			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-71731978,5	34,372	29,386	1124007,80		89655,67	354810,973	445263,555	441,3180	189,267	211398592,4	264,248	0,0
216-217	300	600	Persagi	tump +	1005	603	391950	6502,5	-45526,5	-21692623,5	61,365	52,160	399027,054	-7077,0535					540	201670918	252,089	-0,0
217-216			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	829408,5	-66285000	34,164	29,040	1110769,67		88033,358	364797,962	454392,37	453,7288	200,937	222994875,7	278,744	-0,0
217-218	300	600	Persagi	tump +	1005	603	391950	6502,5	-45526,5	-21692623,5	61,365	52,160	399027,054	-7077,0535					540	201670918	252,089	-0,0
218-217			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	829408,5	-66285000	34,164	29,040	1110769,67		88033,358	364797,962	454392,37	453,7288	200,937	222994875,7	278,744	-0,0
218-219	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,395	0,0
219-218			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
219-220	300	600	Persagi	tump +	1005	603	391950	6502,5	-45526,5	-21692623,5	61,365	52,160	399027,054	-7077,0535					540	201670918	252,089	-0,0
220-219			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	829408,5	-66285000	34,164	29,040	1110769,67		88033,358	364797,962	454392,37	453,7288	200,937	222994875,7	278,744	-0,0
220-221	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,395	0,0
221-220			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
205-212	300	600	Persagi	tump +	1608	840	627120	6502,5	-144540	-30218580	80,185	68,157	521401,684	105718,316					540	314533092,1	393,166	0,0
212-205			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1191208,5	-89078400	37,137	31,567	1207422,62		99059,716	296980,627	399143,172	369,3789	181,144	215623635,1	269,550	0,0
212-219	300	600	Persagi	tump +	2010	1005	783900	6502,5	-206527,5	-36154372,5	92,119	78,301	599002,804	184897,196					540	388760902,9	485,951	0,0
219-212			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1432408,5	-104274000	38,737	32,926	1259436,65		104293,13	264792,646	372920,377	329,3441	173,3	213513641,1	266,8921	0,0
219-226	300	600	Persagi	tump +	2010	1005	783900	6502,5	-206527,5	-36154372,5	92,119	78,301	599002,804	184897,196					540	388760902,9	485,951	0,0
226-219			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1432408,5	-104274000	38,737	32,926	1259436,65		104293,13	264792,646	372920,377	329,3441	173,3	213513641,1	266,8921	0,0
226-233	300	600	Persagi	tump +	1608	840	627120	6502,5	-144540	-30218580	80,185	68,157	521401,684	105718,316					540	314533092,1	393,166	0,0
233-226			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1191208,5	-89078400	37,137	31,567	1207422,62		99059,716	296980,627	399143,172	369,3789	181,144	215623635,1	269,550	0,0
315-316	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,395	0,0
316-315			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
316-317	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,395	0,0
317-316			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
317-318	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,395	0,0
318-317			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
318-219	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,395	0,0
319-318			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
319-320	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,395	0,0
320-319			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
320-321	300	600	Persagi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,395	0,0
321-320			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,580	0,0
305-312	300	600	Persagi	tump +	1608	840	627120	6502,5	-144540	-30218580	80,185	68,157	521401,684	105718,316					540,000	314533092,1	393,1664	0,0
312-305			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1191208,5	-89078400	37,137	31,567	1207422,62		99059,716	296980,627	399143,172	369,3789	181,144	215623635,1	269,5295	0,0
312-319	300	600	Persagi	tump +	2010	1005	783900	6502,5	-206527,5	-36154372,5	92,119	78,301	599002,804	184897,196					540,000	388760902,9	485,9511	0,0
319-312			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1432408,5	-104274000	38,737	32,926	1259436,65		104293,13	264792,646	372920,377	329,3441	173,300	213513641,1	266,8921	0,0
319-326	300	600	Persagi	tump +	2010	1005	783900	6502,5	-206527,5	-36154372,5	92,119	78,301	599002,804	184897,196					540,000	388760902,9	485,9511	0,0
326-319			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1432408,5	-104274000	38,737	32,926	1259436,65		104293,13	264792,646	372920,377	329,3441	173,300	213513641,1	266,8921	0,0
326-333	300	600	Persagi	tump +	1608	840	627120	6502,5	-144540	-30218580	80,185	68,157	521401,684	105718,316					540,000	314533092,1	393,1864	0,0
333-326			Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	1191208,5	-89078400	37,137	31,567	1207422,62		99059,716	296980,627	399143,172	369,3789	181,144	215623635,1	269,5295	0,0

5-41.6	300	600	Persegi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,3946	0,0002
5-41.5	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
5-41.7	300	600	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,3946	0,0002
7-41.6	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
8-41.8	300	600	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540,000	239515640,5	299,3946	0,0002
8-41.7	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
5-51.6	300	600	Persegi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
5-51.5	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
5-51.7	300	600	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
7-51.6	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
8-51.8	300	600	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
8-51.7	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
9-51.9	400	800	Persegi	tump +	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
9-51.8	400	800	Balok T	tump +	1206	1206	470340	32512,5	714838,5	-73882800	37,928	32,239	1233135,07		101701,97	280729,539	385903,791	349,1661	281,971	354473805,5	443,0923	0,00142
9-52.0	400	800	Persegi	tump -	603	402	235170	6502,5	-92121	-14461749	47,485	40,363	308773,144	-73603,144					540	125176560,2	156,4707	-0,001
9-52.9	400	800	Balok T	tump +	1206	1206	470340	32512,5	353038,5	-51089400	34,581	29,394	1124327,84		89694,415	354581,673	440069,398	441,022	320,688	371004081,3	463,7551	0,00126
9-52.1	400	800	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
1-52.0	400	800	Balok T	tump +	1206	1206	470340	32512,5	714838,5	-73882800	37,928	32,239	1233135,07		101701,97	280729,539	385903,791	349,1661	281,971	354473805,5	443,0923	0,00142
5-51.2	400	800	Persegi	tump +	1521	760	593190	6502,5	-156570	-27340620	77,991	66,292	507133,368	86056,032					540	298349773,8	372,9372	0,00058
5-50.5	400	800	Balok T	tump +	1140	1140	444600	32512,5	929578,5	-85789600	39,024	33,171	1268782,18		105187,96	299289,008	368436,692	322,4988	261,71	336434126,4	420,5427	0,00146
5-51.9	400	800	Persegi	tump -	3941	1521	1185990	6502,5	-312175,5	-54717214,5	118,825	101,001	772660,595	413329,405					540	576614940,6	720,7687	0,00141
9-51.2	400	800	Balok T	tump +	4562	4562	1779180	32512,5	506998,5	-143243800	59,036	50,181	191941,546		146064,94	7876,22315	163616,575	9,796297	498,344	978238648,6	1222,798	0,00198
9-52.6	400	800	Persegi	tump +	2280	1140	889200	6502,5	-234270	-41010930	99,448	84,530	646657,597	242542,403					540	438284341,6	547,8554	0,0011
5-51.9	400	800	Balok T	tump +	6083	6083	2372370	32512,5	-542791,5	-114480000	68,271	58,030	2219647,95		156847,24	-58440,066	107590,245	-72,6866	545,131	1227961913	1534,952	0,00212
5-53.3	400	800	Persegi	tump -	1521	760	593190	6502,5	-156570	-27340620	77,991	66,292	507133,368	86056,032					540	298349773,8	372,9372	0,00058
9-52.6	400	800	Balok T	tump +	1521	1521	593190	32512,5	780988,5	-85789600	40,743	34,631	1324651,99		110274,11	228006,813	342951,819	283,5966	306,953	415312642,2	519,1408	0,00153
5-61.6	300	600	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
5-61.5	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
5-61.7	300	600	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
7-61.6	300	600	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433158,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
7-61.8	300	600	Persegi	tump -	804	402	313560	6502,5	-82611	-14461749	53,938	45,847	350730,236	-37170,236					540	163512633,9	204,3908	-0,0005
8-61.7	400	800	Balok T	tump +	603	603	235170	32512,5	708808,5	-58687700	32,962	28,017	1071663,76		83006,922	395712,928	479578,069	492,1803	211,772	227854104	284,8176	0,00118
9-61.9	400	800	Persegi	tump -	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,0002
9-61.8	400	800	Balok T	tump +	1206	1206	470340	32512,5	714838,5	-73882800	37,928	32,239	1233135,07		101701,97	280729,539	385903,791	349,1661	281,971	354473805,5	443,0923	0,00142
9-62.0	400	800	Persegi	tump -	603	402	235170	6502,5	-92121	-14461749	47,485	40,363	308773,144	-73603,144					540	125176560,2	156,4707	-0,001
9-61.9	400	800	Balok T	tump +	1206	1206	470340	32512,5	353038,5	-51089400	34,581	29,394	1124327,84		89694,415	354581,673	440069,398	441,022	320,688	371004081,3	463,7551	0,00126
9-62.1	400	800	Persegi	tump -	1208	804	471120	6502,5	-92121	-28923498	67,407	57,296	438311,711	32808,2886					540	239879625,8	293,8495	0,0002
9-62.0	400	800	Balok T	tump +	1208	1208	471120	32512,5	715258,5	-73958400	37,947	32,255	1233764,74		101703,28	280352,434	385596,573	348,6971	282,135	354851827,9	443,5773	0,00142

-612	400	800	Persegi	tumpang	1257	628	490230	6502,5	-129444	-22591986	69,732	59,272	453429,25	36800,7499					540	249078371,7	311,348	0,00029
-605			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	725548,5	-75810600	38,402	32,642	1248559,76		103234,81	271301,85	378223,273	337,4401	286,14	364360086,4	455,4501	0,00144
-619	400	800	Persegi	tumpang	2513	1257	980070	6502,5	-257923,5	-45219946,5	105,551	89,718	686342,98	293727,02					540	480825506,5	601,0319	0,00121
-612			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	1479148,5	-123287400	42,899	36,464	1394752,73		116079,4	192301,529	313863,599	239,181	253,997	35599938,4	444,9949	0,0016
-619	400	800	Persegi	tumpang	2199	1257	857610	6502,5	-135463,5	-45219946,5	94,456	80,288	614202,51	243407,49					540	423848432,7	529,8105	0,001
-649			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	1290748,5	-111418200	41,964	35,669	1364350,15		113634,91	207336,284	326112,022	257,881	259,443	356846811,5	446,0585	0,00157
-626	400	800	Persegi	tumpang	2199	1257	857610	6502,5	-135463,5	-45219946,5	94,456	80,288	614202,51	243407,49					540	423848432,7	529,8105	0,001
-619			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	1290748,5	-111418200	41,964	35,669	1364350,15		113634,91	207336,284	326112,022	257,881	259,443	356846811,5	446,0585	0,00157
-626	400	800	Persegi	tumpang	2027	1572	1102530	6502,5	-199416	-56551914	109,843	93,367	714257,027	388272,973					540	538725828,7	673,4073	0,00128
-648			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	1667548,5	-135156600	43,743	37,182	1422208,56		118197,14	179276,37	303252,267	222,9806	249,534	355579761	444,4747	0,00163
-633	400	800	Persegi	tumpang	1257	628	490230	6502,5	-129444	-22591986	69,732	59,272	453429,25	36800,7499					540	249078371,7	311,348	0,00029
-626			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	725548,5	-75810600	38,402	32,642	1248559,76		103234,81	271301,85	378223,273	337,4401	286,14	364360086,4	455,4501	0,00144
-716	300	600	Persegi	tumpang	1005	603	391950	6502,5	-45526,5	-21692623,5	61,365	52,160	399027,054	-7077,0535					540	201670918	252,0886	-8E-05
-715			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	829408,5	-66285000	34,164	29,040	1110769,67		88033,358	364797,962	454991,37	453,7288	200,937	222994875,7	278,7436	0,00124
-717	300	600	Persegi	tumpang	804	402	313560	6502,5	-82611	-14461749	53,938	45,847	350730,236	-37170,236					540	163512633,9	204,3908	-0,0005
-716			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	708808,5	-56687200	32,962	28,017	1071663,76		83006,922	395712,928	479578,069	492,1803	211,772	227854104	284,8176	0,00118
-718	300	600	Persegi	tumpang	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,00022
-717			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433138,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
-719	400	800	Persegi	tumpang	2011	1005	784290	6502,5	-206917,5	-36154372,5	92,155	78,332	599238,459	185051,541					540	388943786,6	486,1797	0,00095
-718			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	1430008,5	-104311800	38,741	32,950	1259556,41		104504,63	264721,599	372862,497	329,2557	173,283	213509919,5	266,8874	0,00145
-720	400	800	Persegi	tumpang	603	402	235170	6502,5	-4221	-14461749	47,485	40,363	308773,144	-73603,144					540	125176560,2	156,4707	-0,001
-719			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	588208,5	-51089400	31,614	26,872	1027841,83		76919,87	433151,183	510078,141	538,7453	226,847	235263358	294,0792	0,0011
-721	400	800	Persegi	tumpang	2011	1005	784290	6502,5	-206917,5	-36154372,5	92,155	78,332	599238,459	185051,541					540	388943786,6	486,1797	0,00095
-720			Balok T	tumpang	804	804	313560	32512,5	1354618,5	-104311800	39,520	33,592	1284879,63		106698,77	249996,853	360866,59	310,9414	203,425	259367791,2	324,2097	0,00148
-712	400	800	Persegi	tumpang	1257	628	490230	6502,5	-129444	-22591986	69,732	59,272	453429,25	36800,7499					540	249078371,7	311,348	0,00029
-705			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	725548,5	-75810600	38,402	32,642	1248559,76		103234,81	271301,85	378223,273	337,4401	286,14	364360086,4	455,4501	0,00144
-719	400	800	Persegi	tumpang	3142	1571	1225380	6502,5	-322840,5	-36515933,5	121,301	103,105	788756,997	436623,003					540	594845231,6	743,5565	0,00144
-712			Balok T	tumpang	1571	1571	612690	32512,5	1734088,5	-147063600	45,682	38,829	1485225,09		122761,71	151202,145	283380,852	188,0624	281,264	420977768,6	526,2222	0,00169
-726	400	800	Persegi	tumpang	3142	1571	1225380	6502,5	-322840,5	-36515933,5	121,301	103,105	788756,997	436623,003					540	594845231,6	743,5565	0,00144
-719			Balok T	tumpang	1571	1571	612690	32512,5	1734088,5	-147063600	45,682	38,829	1485225,09		122761,71	151202,145	283380,852	188,0624	281,264	420977768,6	526,2222	0,00169
-733	400	800	Persegi	tumpang	942	628	367380	6502,5	-6594	-22591986	59,453	55,535	386592,264	-19212,264					540	189769728,1	237,2122	-0,0002
-726			Balok T	tumpang	1257	1257	490230	32512,5	725548,5	-75810600	38,444	31,317	1197889,75		98051,281	303182,982	404196,086	377,0933	301,75	370332045,7	462,9151	0,00137
-816	300	600	Persegi	tumpang	603	402	235170	6502,5	-4221	-14461749	47,485	40,363	308773,144	-73603,144					540	125176560,2	156,4707	-0,001
-815			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	588208,5	-51089400	31,614	26,872	1027841,83		76919,87	433151,183	510078,141	538,7453	226,847	235263358	294,0792	0,0011
-821	300	600	Persegi	tumpang	603	402	235170	6502,5	-4221	-14461749	47,485	40,363	308773,144	-73603,144					540	125176560,2	156,4707	-0,001
-820			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	588208,5	-51089400	31,614	26,872	1027841,83		76919,87	433151,183	510078,141	538,7453	226,847	235263358	294,0792	0,0011
-812	300	600	Persegi	tumpang	1206	603	470340	6502,5	-123916,5	-21692623,5	68,068	57,857	442609,152	27730,8482					540	239515640,5	299,3946	0,00022
-805			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	950008,5	-73882800	35,249	29,962	1146027,39		92271,11	338733,779	433138,489	421,3107	192,746	219663603,5	274,5795	0,0013
-833	300	600	Persegi	tumpang	804	402	313560	6502,5	-82611	-14461749	53,938	45,847	350730,236	-37170,236					540	163512633,9	204,3908	-0,0005
-826			Balok T	tumpang	603	603	235170	32512,5	708808,5	-56687200	32,962	28,017	1071663,76		83006,922	395712,928	479578,069	492,1803	211,772	227854104	284,8176	0,00118

[illegible]

TABEL PERHITUNGAN GAYA-GAYA DAN MOMEN YANG DIPAKAI UNTUK PENULANGAN KOLOM

$\mu = 1$
 $\alpha = 0,529$

x (KN-m)	M Rencana (KN-m)	X + 0,3 Y	Y + 0,3 X	desain (KN-m)		MD (KN-m)	ML (KN-m)	MR (KN-m)	Kontrol = M _{uk}	M _{uk} pakai (KN-m)	ND (KN)	NL (KN)	NE (KN)	N _{des}	N _{pak}	N _{Rencana}	
				Atas	Bawah											X + 0,3 Y	Y + 0,3 X
000	278,678	135,634	293,248	566,871				69,5	442,135				99,1				
5,850	555,859	525,381	926,419	823,137	566,871	823,137	12,1	3,8		549,465	1379,906	333,500	43,5	1874,786	1992,359	2502,894	2654,795
3,678	278,744	272,281	477,712	766,457				58,6	115,212				20				
4,430	698,430	684,773	994,652	1114,523	766,457	1114,523	11,2	8,6		588,966	1963,500	738,400	2,2	2988,993	3219,263	3954,772	4115,961
3,744	278,744	273,293	477,883	943,953				49,3	361,41				22,1				
4,156	879,156	861,965	773,473	1372,623	943,953	1372,623	3,4	2		563,388	1935,100	867,400	48,1	3095,189	3423,809	4122,331	4552,366
3,744	299,391	283,417	542,036	946,990				46	347,13				40,1				
4,156	879,156	861,965	788,144	1377,839	946,990	1377,839	3,2	1,8		558,810	1638,300	771,700	48,3	2688,715	3011,684	3592,220	3818,299
3,395	278,744	283,417	412,843	516,446				47,4	347,718				3				
2,025	440,825	431,421	606,324	750,975	516,446	750,975	2,9	2,1		542,934	599,400	289,400	1,4	1196,455	1279,677	1580,178	1638,013
3,744	299,391	283,417	577,245	1057,784				53,9	376,194				6,4				
4,160	992,160	972,796	836,476	1538,147	1057,784	1538,147	3,4	2		554,064	604,800	388,800	2,8	1201,495	1586,314	1677,389	1946,762
3,395	0,000	146,770	353,769	734,028				66	423,758				7,92				
3,758	703,758	689,997	514,424	1067,367	734,028	1067,367	2,5	10		541,065	1751,800	487,100	34,8	2432,778	2736,030	3253,587	3465,863
4,430	698,430	684,773	742,594	398,171				44,2	400,029				5				
000	393,166	393,166	1079,823	578,989	398,171	578,989	44	23,5		604,947	1379,900	333,500	93,1	2181,338	1906,665	2753,338	2561,066
4,160	235,383	601,770	724,504	588,980				49,2	358,785				18,7				
3,166	440,025	875,647	1053,227	856,449	588,980	856,449	5,9	2,8		547,827	1963,500	738,400	39,8	3172,928	3565,008	4092,430	4016,887
2,160	235,383	601,770	731,196	611,951				55,9	394,254				48,8				
2,025	440,025	431,421	936,248	889,852	611,951	889,852	4,1	1,5		588,294	1638,300	771,700	49,4	2866,433	2771,337	3697,834	3631,266
4,160	235,383	601,770	666,483	396,241				44,4	413,637				95,7				
2,025	0,000	213,710	969,147	576,183	396,241	576,183	43,3	22,8		651,189	1638,300	771,700	94,8	2866,433	2650,918	3661,708	3510,848

200	299,305	146,770 213,422	329,699 479,375	653,683 950,536	653,683	950,536	13,5	5,7	53,2	304,71	290,892	1377,000	351,100	77,3	1896,438	2154,838	2542,890	2723,770
4,758	579,865	609,657 806,509							48,5	290,892				33,8				
4,393	278,744	283,417 412,123	533,892 776,344	919,940 1337,706	919,940	1337,706	18,7	7,7	44,5	321,216	439,110	1665,990	638,400	1,1	2577,730	2885,580	3443,410	3658,918
4,376	703,758	834,913 1214,099							84,6	-38,11				1,8				
4,744	278,744	273,293 397,402	544,997 792,492	987,665 1436,186	987,665	1436,186	4,1	2,6	33,3	254,247	406,833	1601,000	697,000	17,3	2565,464	2918,486	3441,009	3686,125
4,321	992,161	905,677 1318,946							85,2	406,833				37,5				
4,744	278,744	273,293 397,402	524,872 769,278	920,584 1338,642	920,584	1338,642	6,3	1,8	30,3	244,881	410,403	1306,400	602,100	41,2	2156,489	2472,064	2898,108	3119,010
4,321	855,321	838,596 1219,421							86,6	410,403				40,2				
4,744	278,744	273,293 397,402	565,121 821,755	1054,747 1533,731	1054,747	1533,731	15	3,5	56,4	402,717	578,529	259,600	217,200	3,8	653,204	1043,674	966,306	1239,635
4,160	992,160	972,759 1414,510							116,2	578,529				2,3				
4,744	0,000	136,647 198,701	265,000 530,755	802,173 1166,457	802,173	1166,457	25,5	21,8	46,7	309,939	322,287	1502,400	404,700	5,3	2078,737	2427,376	2806,950	3050,997
4,962	703,758	761,179 1166,847							50,9	322,287				24,4				
4,430	698,430	684,773 993,743	742,994 1079,823	398,171 578,989	398,171	578,989	56,8	46,8	21,4	300,468	475,104	1218,800	292,700	55,5	1869,343	1994,670	2477,744	2285,473
4,000	393,100	192,799 280,266							86,8	175,104				76,2				
4,430	694,074	682,637 992,638	895,172 1170,819	613,240 891,727	613,240	891,727	16,5	4,8	37,5	282,45	425,040	1774,600	961,600	40,5	2939,086	2786,023	3774,893	3667,749
4,160	440,025	488,449 593,935							86	425,04				39,6				
4,744	278,744	273,293 397,402	402,720 585,603	513,409 746,559	513,409	746,559	14	4,2	44,9	373,338	564,144	256,700	217,800	18,0	646,789	739,062	872,507	934,298
4,025	440,025	431,421 627,338							114,8	564,144				1,7				
4,430	694,074	682,637 992,638	805,168 1170,813	613,227 891,707	613,227	891,707	2,9	2,7	38	265,02	385,560	1655,700	638,000	36,8	2789,661	2636,391	3580,378	3473,220
4,025	393,138	408,436 593,916							79	385,56				45,6				
4,430	694,074	682,637 992,638	740,433 1076,712	397,516 578,038	397,516	578,038	61,8	49,6	22,1	311,22	482,916	1183,200	274,300	76,4	1911,431	1637,962	2402,840	2211,398
4,138	0,000	192,725 280,246							80,5	482,916				77				
4,000	264,819	139,624 263,031	297,136 432,221	567,268 824,877	567,268	824,877	29,8	17,1	51,2	334,467	347,697	1148,100	247,000	52,2	1542,799	1758,144	2070,242	2220,984
4,856	535,850	525,381 763,968							55,7	347,697				22,7				
4,818	299,305	286,364 416,452	693,303 717,634	775,915 1128,275	775,915	1128,275	28,9	14	43,7	336,231	478,527	1361,800	434,000	1,2	2043,467	2270,774	2726,999	2884,415
4,758	703,758	689,906 1003,388							92,1	478,527				1,4				
4,393	278,744	283,417 412,123	534,995 777,949	923,621 1343,058	923,621	1343,058	17,4	2,8	34,3	284,718	462,588	1289,700	484,900	11,7	2021,543	2331,469	2720,985	2937,932
4,321	855,321	838,596 1219,421							94,8	462,588				25,4				

744	0,000	136,640 198,761	342,862 498,563	728,379 1059,152	728,379	1059,152	18,1	14,1	33,5	272,538	402,780	1054,800	389,600	30	1592,902	1900,346	2163,006	2378,217
740	703,758	687,365 948,541							77,8	402,78				30,2				
300	0,000	0,000 0,000	180,977 263,163	603,258 877,211	603,258	877,211	18,9	11,9	54,8	308,112	253,428	1261,000	295,300	33	1634,115	1970,878	2225,379	2461,113
714	539,865	603,258 877,211							36,2	253,428				14,4				
865	539,865	529,308 769,679	529,308 769,679	158,792 230,904	158,792	230,904	24,4	29,9	17,8	241,521	445,263	1002,900	189,000	30	1546,977	1251,485	1922,425	1715,988
300	0,000	0,000 0,000							87,1	445,263				57,4				
300	0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	25,3	11,7	27,3	326,59	316,848	1535,106	453,700	16,9	2088,240	2088,240	2714,712	2714,712
300	0,000	0,000 0,000							38	316,848				30,3				
300	0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	23,2	10,9	27,3	219,639	300,783	1414,300	426,800	25,4	1933,135	1933,135	2513,102	2513,102
300	0,000	0,000 0,000							51,9	300,783				39,9				
865	539,865	529,308 769,679	529,308 769,679	158,792 230,904	158,792	230,904	27	32,6	18,5	252,42	459,690	970,200	170,200	53,7	1492,902	1197,420	1852,128	1645,291
300	0,000	0,000 0,000							89	459,69				56,8				
300	278,744	136,640 198,761	295,436 429,604	570,302 829,289	570,302	829,289	28,2	8,8	41,2	278,04	311,262	1018,900	246,800	28,7	1835,267	1624,467	1892,607	2046,047
865	539,865	529,308 769,679							53,5	311,262				12,4				
744	278,744	273,293 397,402	680,292 698,404	771,984 1121,560	771,984	1122,560	29,7	17	36,3	303,051	433,293	1090,300	346,500	1,7	1661,203	1893,824	2229,351	2382,185
758	703,758	689,996 1003,339							80,6	433,293				1,2				
744	284,818	276,271 401,731	683,270 702,733	771,878 1121,859	772,878	1123,859	18,2	3,3	30	253,467	409,815	943,800	312,400	5,9	1473,236	1704,194	1984,494	2146,165
758	703,758	689,996 1003,339							83,2	409,815				13,7				
868	462,915	366,556 533,017	549,445 798,960	719,597 1046,382	719,597	1046,382	39,3	17,8	29,9	248,871	308,239	814,900	295,300	15,3	1370,232	1505,925	1822,009	1916,995
758	539,810	609,630 866,476							50,1	308,239				15				
831	0,000	239,715 377,672	609,185 882,252	776,117 1128,569	776,117	1128,569	88,9	38,5	47,9	396,816	400,344	1144,500	296,600	32,4	1658,144	1902,919	2229,020	2400,362
9232	715,017	698,199 1015,267							49,1	400,344				14,1				
865	539,865	529,308 769,679	543,608 866,087	379,792 552,264	379,792	552,264	19,2	9,7	28,6	246,981	388,101	886,800	187,800	30	1413,812	1251,701	1799,322	1678,845
300	450,815	231,000 321,361							76,6	388,101				87,4				
4962	843,489	829,638 1206,395	1070,707 1556,936	1052,455 1550,398	1052,455	1550,398	25,3	39,4	34,3	320,607	473,193	1500,500	453,700	16,9	2515,048	2500,492	3265,196	3255,007
813	1188,365	893,563 1168,480							86,2	473,193				36,3				
859	843,489	678,149 983,203	1024,407 1489,612	1363,706 1981,995	1363,706	1982,995	88	65,2	36,2	397,614	537,852	1379,700	426,800	25,4	2274,279	2544,865	3037,739	3227,149
8365	1179,662	1180,861 1688,034							83,9	537,852				36,9				

850	555,854	525,381	698,870	735,912	735,912	1070,106	34,8	13,7	28,7	272,517	423,927	860,500	168,200	41,2	1373,424	1402,964	1794,314	1814,992
2,862	0,000	763,968	1016,243	1070,106					80,2	423,917				55				
200	278,744	136,646	318,750	648,834	648,834	942,321	80,8	17,2	31,2	234,402	227,032	796,300	194,800	13,2	1084,597	1347,190	1488,754	1672,569
1,430	559,865	198,701	463,514	942,321														
2,744	284,818	136,646	607,646	763,716	763,716	1110,537	4,2	4,4	26,2	177,534	236,922	773,906	239,000	1,5	1217,771	1443,615	1650,855	1838,946
1,962	559,865	680,835	698,737	1110,537					46,4	236,922				0,9				
1,818	278,744	276,271	705,512	847,020	847,020	1231,671	18,5	3,1	29	166,278	246,540	630,200	205,100	2,8	1031,291	1303,639	1422,382	1613,026
1,000	703,758	601,751	135,077	1231,671					47,3	246,54				5,5				
4,744	457,644	360,964	517,797	630,975	630,975	917,515	54,2	14,6	18,9	210,588	292,614	604,400	207,200	3	1053,702	1143,960	1396,889	1460,070
8,101	533,101	522,677	752,940	917,515					46,8	292,614				5,6				
1,032	0,000	294,640	478,340	700,728	700,728	1018,944	157,9	60,2	27,4	394,399	431,109	869,500	223,000	18,5	1311,695	1488,956	1758,292	1882,438
2,865	709,232	428,442	685,565	1018,944					39,9	431,109				8				
2,865	559,865	529,308	796,290	382,065	382,065	555,569	59,8	26,8	24,1	248,388	309,246	674,900	140,300	14,9	1151,442	980,600	1445,622	1326,032
0,000	455,490	769,679	867,079	555,569					44,8	309,246				20,5				
4,430	608,430	684,773	840,146	723,343	723,343	1051,830	123,7	52,6	34,9	444,465	604,989	1065,400	320,700	7,7	1837,673	1744,525	2361,031	2295,827
5,450	601,032	695,744	1221,676	1051,830					87,5	604,989				17,1				
5,859	555,859	525,381	691,693	711,979	711,979	1035,305	129,8	60,4	33,6	450,45	607,446	938,000	272,400	9,2	1564,209	1580,389	2038,326	2049,652
1,032	529,811	554,365	1005,603	1035,305					87	607,446				18,9				
5,859	555,859	525,381	603,299	417,340	417,340	696,863	62	31,2	24,5	260,61	328,230	626,500	120,800	19,8	1077,934	929,654	1356,851	1253,041
2,811	0,000	763,968	877,270	606,863					47,5	328,23				27,8				
0,000	278,744	136,646	294,261	566,375	566,375	823,578	35,9	11,8	20,3	165,881	174,783	515,500	141,700	5	766,342	983,349	1061,346	1213,252
5,859	533,859	525,381	427,801	823,578					25,6	174,783				2,6				
4,744	284,818	276,271	458,393	689,922	689,922	1003,231	11	3,2	17	132,006	183,750	458,000	131,900	0,8	773,621	958,270	1961,102	1190,356
4,430	559,865	607,646	666,545	1003,231					34,6	183,75				0,1				
4,818	456,872	360,393	521,341	635,070	635,070	923,479	23,5	5,7	13,9	130,546	187,194	280,200	100,900	0,8	603,178	693,786	811,263	874,724
9,865	533,101	525,942	758,196	923,479					33,1	187,194				0,9				
5,872	605,458	520,759	701,896	759,958	759,958	1105,072	159	52,9	14,3	334,719	414,395	347,300	116,800	1,4	778,025	824,329	1025,324	1057,736
8,430	533,101	603,725	1020,643	1105,072					41,4	414,395				1,6				

	601,032	0,000	294,640 438,442	478,340 695,565	700,728 1018,944	1018,944	160,9	50,7	22	351,246	372,120	547,900	147,000	9,1	894,125	1071,176	1215,568	1339,
	539,865	709,232	612,336 890,411						29,1	372,12				3,9				
	533,101	533,101	522,676 760,035	589,638 857,435	380,075 552,675	380,075	54,7	26,3	15,4	189,294	236,334	421,300	83,900	4,7	822,239	655,100	1018,769	901,
	0,000	455,450	223,272 324,665						31,4	236,334				9,6				
	539,865	539,865	529,308 769,679	729,699 1060,941	826,463 1201,778	826,463	144,2	46,4	221	1198,26	711,690	657,200	206,900	3,2	1202,787	1280,026	1586,794	1640,
	455,450	906,522	667,670 870,874						55,5	711,69				5,1				
	539,865	539,865	529,308 769,679	804,168 1169,389	1074,993 1563,171	1074,993	88,8	40,2	18,8	265,692	330,078	523,200	156,600	4,3	1009,272	1325,251	1376,847	1528,
	906,522	962,425	916,200 1332,268						40,7	330,078				6,8				
	539,865	539,865	529,308 769,679	597,388 868,675	385,724 560,890	385,724	57,6	26,5	15,9	201,201	262,059	383,100	65,800	5,3	766,827	598,028	946,235	828,
	462,915	0,000	226,932 329,986						36,6	262,059				8,9				
	0,000	294,079	144,164 209,632	393,850 572,706	875,534 1273,134	875,534	35,9	11,8	20,3	165,081	174,783	263,800	88,700	2,2	490,693	834,741	701,026	969,
	698,430	999,338	832,285 1210,244						23,6	174,783				1,9				
	294,079	0,000	144,164 209,632	324,147 471,349	643,191 935,279	643,191	11	5,2	17	132,006	183,750	110,500	23,400	1,1	221,075	475,507	363,726	341,
	533,101	690,714	598,942 872,389						34,6	183,75				0,4				
	0,000	294,079	144,164 209,632	373,453 543,047	807,545 1174,270	807,545	23,5	5,7	13,9	130,746	187,194	170,000	45,000	0,7	306,228	652,412	501,952	744,
	855,321	703,758	764,296 1111,380						33,1	187,194				0,4				
	294,079	0,000	144,164 209,632	301,778 438,823	568,630 826,858	568,630	159	52,9	14,3	334,719	414,393	249,200	74,500	2,7	420,363	633,174	610,316	759,
	535,859	535,859	525,381 763,968						41,4	414,393				1,1				
	535,860	533,101	524,029 762,002	568,080 826,029	303,979 442,022	303,979	89,5	31,9	2	149,856	176,610	294,300	30,300	0,5	538,864	328,269	637,343	489,
	0,000	299,393	146,770 213,422						11,1	176,61				1,2				
	533,101	533,101	522,676 760,035	566,707 824,062	303,573 441,432	303,573	88,3	33,3	2,3	154,224	186,858	168,300	71,200	0,9	513,254	333,408	643,277	496,
	299,393	0,000	146,770 213,422						13,4	186,858				1,1				
	535,860	533,101	524,029 762,002	565,916 822,912	296,833 431,631	296,833		19	2	76,986	106,680	142,600	70,300	1,1	516,080	301,489	606,526	456,
	0,000	284,818	139,624 203,031						12,1	106,68				0,8				
	539,865	535,859	527,345 766,824	569,232 827,733	297,828 433,078	297,828	56,1	28,6	1,9	113,295	145,929	166,900	26,500	0,6	497,455	281,014	581,760	430,
	284,818	0,000	139,624 203,031						13	145,929				0,6				

TABEL PERHITUNGAN PENULANGAN LENTUR KOLOM

Data Kolom :

b = 600 mm $f_c = 30$ Mpah = 600 mm $f_y = 390$ Mpa

Hn = 4 m Dia. = 32 mm

Level	Kolom	Mu,k pakai KN-m	Nu,k pakai KN	Cek kolom	Ky	Kx	ρ max	As total	Tul. Terp.		As ada mm ²
										D	
S A T U	1015	549,465	2270,1	Kolom pendek	5,504	12,507	0,023	6957,5	20	D22	7600
	1016	588,966	2871,435	Kolom pendek	5,900	15,821	0,03	9075	24	D22	9120
	1017	563,388	3096,051	Kolom pendek	5,644	17,058	0,029	8772,5	24	D22	9120
	1018	558,810	2759,778	Kolom pendek	5,598	15,205	0,025	7562,5	20	D22	7600
	1019	542,934	1052,604	Kolom pendek	5,439	5,799	0,025	7562,5	20	D22	7600
	1020	554,064	1073,688	Kolom pendek	5,550	5,916	0,027	8167,5	22	D22	8360
	1021	541,065	2427,957	Kolom pendek	5,420	13,377	0,023	6957,5	20	D22	7600
	1005	604,947	1937,376	Kolom pendek	6,060	10,674	0,03	9075	24	D22	9120
	1012	547,827	2965,683	Kolom pendek	5,488	16,340	0,025	7562,5	20	D22	7600
	1026	588,294	2797,704	Kolom pendek	5,893	15,414	0,028	8470	24	D22	9120
	1033	651,189	3049,242	Kolom pendek	6,523	16,800	0,03	9075	24	D22	9120
D U A	2015	290,892	2053,863	Kolom pendek	2,914	11,316	0,01	3025	10	D22	3800
	2016	439,110	2426,403	Kolom pendek	4,399	13,369	0,026	7865	22	D22	8360
	2017	406,833	2531,81	Kolom pendek	4,075	13,949	0,012	3630	12	D22	4560
	2018	410,403	2224,677	Kolom pendek	4,111	12,257	0,015	4537,5	12	D22	4560
	2019	578,529	515,088	Kolom pendek	5,795	2,838	0,03	9075	24	D22	9120
	2020	322,287	2055,459	Kolom pendek	3,229	11,325	0,01	3025	12	D22	4560
	2021	475,104	1916,187	Kolom pendek	4,759	10,558	0,018	5445	16	D22	6080
	2005	425,040	2775,36	Kolom pendek	4,258	15,291	0,014	4235	12	D22	4560
	2012	564,144	578,487	Kolom pendek	5,651	3,187	0,028	8470	24	D22	9120
	2026	385,560	2620,401	Kolom pendek	3,862	14,437	0,01	3025	12	D22	4560
	2033	482,916	1948,275	Kolom pendek	4,838	10,734	0,016	4840	14	D22	5320
T I G A	3015	347,697	1712,697	Kolom pendek	3,483	9,436	0,01	3025	12	D22	4560
	3016	478,527	1892,394	Kolom pendek	4,794	10,426	0,015	4537,5	14	D22	5320
	3017	462,588	1944,474	Kolom pendek	4,634	10,713	0,013	3932,5	12	D22	4560
	3018	402,780	1692,6	Kolom pendek	4,035	9,326	0,011	3327,5	12	D22	4560
	3021	253,428	1790,859	Kolom pendek	2,539	9,867	0,01	3025	12	D22	4560
	3005	445,263	1449,819	Kolom pendek	4,460	7,988	0,018	5445	16	D22	6080
	3012	316,848	2204,958	Kolom pendek	3,174	12,149	0,01	3025	12	D22	4560
	3026	300,783	2090,109	Kolom pendek	3,013	11,516	0,01	3025	12	D22	4560
	3033	459,690	1494,528	Kolom pendek	4,605	8,234	0,015	4537,5	14	D22	5320
E M P A T	4015	311,262	1515,822	Kolom pendek	3,118	8,352	0,01	3025	10	D22	3800
	4016	433,293	1361,052	Kolom pendek	4,341	7,499	0,013	3932,5	12	D22	4560
	4017	409,815	1247,883	Kolom pendek	4,105	6,875	0,012	3630	10	D22	3800
	4018	308,259	1613,199	Kolom pendek	3,088	8,888	0,01	3025	10	D22	3800
	4021	400,344	1326,654	Kolom pendek	4,010	7,309	0,012	3630	10	D22	3800
	4005	388,101	2168,628	Kolom pendek	3,888	11,948	0,01	3025	10	D22	3800
	4012	473,193	2053,779	Kolom pendek	4,740	11,316	0,013	3932,5	12	D22	4560
	4026	537,852	1322,475	Kolom pendek	5,388	7,286	0,025	7562,5	20	D22	7600
	4033	423,927	1071,063	Kolom pendek	4,247	5,901	0,015	4537,5	12	D22	4560

L I M A	5015	227,052	1069,215	Kolom pendek	2,275	5,891	0,01	3025	10	D22	3800
	5016	236,922	895,755	Kolom pendek	2.373	4,935	0,01	3025	10	D22	3800
	5017	246,540	871,836	Kolom pendek	2.470	4,804	0,01	3025	10	D22	3800
	5018	292,614	1204,035	Kolom pendek	2,931	6,634	0,01	3025	10	D22	3800
	5021	431,109	955,71	Kolom pendek	4,319	5,266	0,015	4537,5	12	D22	4560
	5005	309,246	1509,291	Kolom pendek	3,098	8,316	0,01	3025	10	D22	3800
	5012	604,989	1333,374	Kolom pendek	6,060	7,346	0,015	4537,5	24	D22	9120
	5026	607,446	902,853	Kolom pendek	6,085	4,974	0,015	4537,5	24	D22	9120
	5033	328,230	707,28	Kolom pendek	3,288	3,897	0,01	3025	10	D22	3800
E	6015	174,783	622,083	Kolom pendek	1,751	3,427	0,01	3025	10	D22	3800
	6016	183,750	404,649	Kolom pendek	1,841	2,229	0,01	3025	10	D22	3800
	6017	187,194	495,201	Kolom pendek	1,875	2,728	0,01	3025	10	D22	3800
	6018	414,393	772,779	Kolom pendek	4,151	4,258	0,015	4537,5	12	D22	4560
	6021	372,120	562,296	Kolom pendek	3,728	3,098	0,011	3327,5	10	D22	3800
	6005	236,334	927,171	Kolom pendek	2,367	5,108	0,01	3025	10	D22	3800
	6012	711,690	740,418	Kolom pendek	7,129	4,079	0,038	11495	20	D22	7600
	6026	330,078	504,819	Kolom pendek	3,307	2,781	0,01	3025	10	D22	3800
	6033	262,059	381,759	Kolom pendek	2,625	2,103	0,01	3025	10	D22	3800
T	7015	174,783	143,661	Kolom pendek	1,751	0,792	0,01	3025	10	D22	3800
	7016	183,750	228,312	Kolom pendek	1,841	1,258	0,01	3025	10	D22	3800
	7020	187,194	347,907	Kolom pendek	1,875	1,917	0,01	3025	10	D22	3800
	7021	414,393	249,942	Kolom pendek	4,151	1,377	0,022	6655	18	D22	6840
	7005	176,610	256,641	Kolom pendek	1,769	1,414	0,01	3025	10	D22	3800
	7012	186,858	228,291	Kolom pendek	1,872	1,258	0,01	3025	10	D22	3800
	7026	106,680	203,346	Kolom pendek	1,069	1,120	0,01	3025	10	D22	3800
	7033	145,929	203,346	Kolom pendek	1,462	1,120	0,01	3025	10	D22	3800

TABEL PERHITUNGAN PENULANGAN GESER KOLOM

$f_c = 30 \text{ Mpa}$
 $f_y = 390 \text{ Mpa}$
 $Dia. = 32 \text{ mm}$

n	Vu,k (N)	VD (N)	VLr (N)	Vex (N)	Vey (N)	Vu,k max		Vu,k pakai (N)	Daerah sendi plastis			Daerah luar sendi plas		
						(N)	(N)		Vs	S	Tul. Pakai	Vc	Vs	S
	449058,38	4400	1400	24400	32800	149898	174594	174594	268606,2	176,3616	D12-176	269775,7	-1169,594	40502,8
	608022,7	4100	3200	20500	41900	146559	209475	209475	322269,2	146,9945	D12-150	269804	52465,24	902,92
	748828,11	1000	400	16700	42100	124656	199332	199332	306664,6	154,4743	D12-125	269878,9	36785,74	1287,78
	751237,3	1100	300	15600	42100	120036	197946	197946	304532,3	155,5559	D12-125	269845,1	34687,18	1365,69
	409691,35	900	500	16100	38900	118104	185136	185136	284824,6	166,3192	D12-125	269693	15131,66	3130,64
	839129,19	1100	500	18400	39400	128604	190344	190344	292836,9	161,7686	D12-125	269705,1	23131,83	2047,91
	582297,3	7100	3600	23500	32700	151137	178185	178185	274130,8	172,8073	D12-125	269793,6	4337,146	10922,3
	315864,86	15500	8200	13600	40500	133035	212121	212121	326340	145,1609	D12-125	269779,5	56560,52	837,54
	467232,43	2900	1100	17500	39900	127974	193830	193830	298200	158,8592	D12-125	269797,7	28402,26	1667,89
	485455,14	900	200	19900	43000	138915	206829	206829	318198,5	148,875	D12-125	269791,5	48406,99	978,62
	314334,05	16700	8900	13700	42700	138222	223482	223482	343818,5	137,7815	D12-125	269791,5	74026,99	639,93
	518560,54	17200	9000	25200	21000	159810	147462	147462	226864,6	208,8109	D12-125	269758,8	-42894,2	1104,39
	729779,46	7400	3400	21000	39100	148806	202020	202020	310800	152,4189	D12-125	269770,8	41029,15	1154,59
	783504,86	1700	900	15300	39400	116634	187488	187488	288443,1	164,2328	D12-125	269776,1	18667,02	2537,73
	730289,73	2100	600	13700	40400	111279	189777	189777	291964,6	162,2519	D12-125	269758,3	22206,29	2133,26
	836720	5600	2100	23000	53400	171969	261345	261345	402069,2	117,82	D12-125	269650,1	132419,1	357,74
	636355,68	5900	1700	26000	54100	185346	267960	267960	412246,2	114,9115	D12-125	269763,2	142482,9	332,47
	315864,86	11500	10100	21400	22900	141414	145824	145824	224344,6	211,1564	D12-125	269731,6	-45386,97	1043,73
	486477,3	27200	21400	9600	37600	138726	221046	221046	340070,8	139,2999	D12-125	269785,7	70285,02	674,00
	407282,16	5000	2200	17900	42200	135912	207354	207354	319006,2	148,4981	D12-125	269649,5	49356,69	959,79
	486467,03	1000	1200	18100	38100	126336	185136	185136	284824,6	166,3192	D12-125	269782,5	15042,07	3149,29
	315345,95	29300	23200	9900	36600	142821	221319	221319	340490,8	139,128	D12-125	269740,4	70750,35	669,56
	450008,11	11000	3500	24000	26700	149667	157605	157605	242469,2	195,3725	D12-125	269727,8	-27258,6	1737,87
	615525,41	8200	4400	20700	45000	156870	228312	228312	351249,2	134,8667	D12-125	269736,9	81512,34	581,16
	732698,92	6500	1300	16400	46000	135030	222054	222054	341621,5	138,6675	D12-125	269739,1	71882,42	659,02
	577815,68	8100	5500	16400	35700	128142	184884	184884	284436,9	166,5459	D12-125	269726,5	14710,38	3220,30
	478558,38	4400	1600	26900	53200	186312	263634	263634	405590,8	116,7971	D12-125	269731,9	135858,8	348,68
	125968,65	6400	8600	5600	42300	92568	200466	200466	308409,2	153,6005	D12-125	269706,5	38702,7	1223,99
	0	10600	4900	8100	16800	71463	97041	97041	149293,8	317,3058	D12-125	269755,2	-120461,4	393,25

0	8500	3500	8100	16100	66906	90426	90426	139116,9	340,5179	D12-125	269748,3	-130631,4	362,64
125968,65	6600	9600	6000	43300	96768	206430	206430	317584,6	149,1628	D12-125	269711,3	47873,29	989,52
452415,14	9600	2600	18200	26600	122766	147462	147462	226864,6	208,8109	D12-125	269711	-42846,4	1105,62
612407,57	9600	1100	15900	58600	151851	277389	277389	426752,3	111,0054	D12-125	269713,1	157039,2	301,66
613116,22	8800	1400	12700	61900	142044	286692	286692	441064,6	107,4033	D12-125	269702,5	171362,2	276,44
570848,65	16600	8800	12500	23400	108654	140700	140700	216461,5	218,8463	D12-125	269696	-53234,42	889,87
615685,95	27100	11100	20300	15100	144396	129108	129108	198627,7	238,4955	D12-125	269724	-71096,33	666,30
301285,41	4600	1400	6400	32800	74508	152124	152124	234036,9	202,4117	D12-125	269698,7	-35661,77	1328,36
834902,16	28400	12800	7600	14000	92820	111636	111636	171747,7	275,8221	D12-125	269752,9	-98005,24	483,36
1081814,1	27800	14000	8200	19200	102522	134862	134862	207480	228,3199	D12-125	269746	-62266,02	760,86
583791,35	9400	2400	6600	54100	108276	247926	247926	381424,6	124,197	D12-125	269699,5	111725,1	424,00
514079,46	22100	8100	13000	7400	95634	79170	79170	121800	388,9311	D12-125	269685,2	-147885,2	320,33
605848,11	2100	1800	10800	26300	82593	128163	128163	197173,8	240,254	D12-125	269684,7	-72510,81	653,31
671932,43	2200	1400	7700	18600	59556	91602	91602	140926,2	336,1463	D12-125	269673,2	-128747,1	367,94
500545,95	14200	3500	7000	14900	66759	89985	89985	138438,5	342,1868	D12-125	269671,7	-131233,3	360,97
555880,54	77200	29000	11000	16000	177870	192570	192570	296261,5	159,8986	D12-125	269695,9	26565,65	1783,20
303088,11	27200	13100	10800	17600	109851	129843	129843	199758,5	237,1454	D12-125	269676,1	-69917,64	677,54
573821,08	55100	22300	16300	43500	204540	284508	284508	437704,6	108,2278	D12-125	269711,8	167992,9	281,99
564805,95	61000	26500	16300	41200	212247	285453	285453	439158,5	107,8695	D12-125	269700,5	169457,9	279,55
331071,35	30900	15100	10900	24700	125202	165774	165774	255036,9	185,7449	D12-125	269673,3	-14636,34	3236,59
449299,46	17900	5900	7700	7200	66402	64932	64932	99895,38	474,2142	D12-125	269693,7	-169798,3	278,99
547308,11	2800	2500	6400	13100	48951	68649	68649	105613,8	448,5379	D12-125	269656,1	-164042,3	288,78
503795,14	11600	3000	5000	12600	52206	74550	74550	114692,3	413,0339	D12-125	269642,2	-154949,9	305,72
602867,03	71700	7200	5400	17300	127323	162309	162309	249706,2	189,7102	D12-125	269647,9	-19941,79	2375,50
555880,54	81000	24600	8900	9700	160482	162834	162834	250513,8	189,0986	D12-125	269666	-19152,2	2473,44
301509,73	22700	12400	6000	12000	77175	94815	94815	145869,2	324,7553	D12-125	269673,8	-123804,6	382,63
655624,32	63000	20200	9900	24900	160314	204414	204414	314483,1	150,6339	D12-125	269675,3	44807,77	1057,22
852781,08	45500	18900	8200	19000	126000	157752	157752	242695,4	195,1904	D12-125	269663,4	-26967,98	1756,59
305990,81	28100	11900	6300	13500	85470	106638	106638	164058,5	288,7496	D12-125	269648,3	-105589,8	448,64
694552,43	29500	13400	2300	700	55587	50883	50883	78281,54	605,1466	D12-125	269678,2	-191396,6	247,51
510237,3	3900	1000	2000	800	14553	11025	11025	16961,54	2792,896	D12-125	269625,8	-252664,2	187,49
640617,84	60000	19500	6200	6400	117579	118167	118167	181795,4	260,5776	D12-125	269631	-87835,66	539,32
451088,65	68500	20500	1900	300	101808	97104	97104	149390,8	317,1	D12-125	269639	-120248,2	393,95
241143,24	37100	15200	200	2900	59409	67347	67347	103610,8	457,2093	D12-125	269632,3	-166021,5	285,34
240821,08	16100	8400	900	6300	37443	53319	53319	82029,23	577,4991	D12-125	269648	-187618,8	252,49
235474,59	15300	4000	500	4200	27657	38535	38535	59284,62	799,0574	D12-125	269631	-210346,4	225,21
236263,78	26000	11800	300	2700	44352	51408	51408	79089,23	598,9666	D12-125	269629,6	-190540,3	248,62

PERHITUNGAN JOINT BALOK DENGAN KOLOM

= 30 Mpa
= 300 Mpa
= 32 mm

Kanan KN-m	V kol KN	C.Jt. KN	C.kol KN	V.jt KN	V.jv pakat KN	Penulangan Geser Horizontal										Penulangan G				
						V.jv KN	V.jh Mpa	1,5 x (f _c '/0,5) Mpa	Syarat	Nuk KN	(Nuk/Ag) Mpa	0,1 x f _c ' Mpa	syarat	V.ch N	V.sh N	A.h mm ²	Jumlah seriangan	Jumlah pakat	Vcv N	Vsv N
76,678 335,859	53,261 206,306	0,000 770,229	597,689 770,229	344,429 1334,152	1334,152	1334,152	4,410	8,216	Oke	2270,1	7,404	3	Oke	428011,682	996140,683	2323,438	2,890	3	1167001,635	166550,730
78,744 98,450	106,919 268,896	397,689 1003,904	400,659 1003,904	694,001 1738,912	1738,912	1738,912	5,748	8,216	Oke	2871,435	9,492	3	Oke	513848,373	1225063,806	3141,189	3,907	4	1648580,433	90331,745
78,744 179,156	107,316 338,475	400,659 1263,674	400,659 1263,674	694,001 2188,872	2188,872	2188,872	7,236	8,216	Oke	3096,051	10,235	3	Oke	542437,576	1646434,710	4221,627	5,251	6	2134760,975	54111,311
99,395 179,156	111,292 338,475	400,659 1263,674	430,342 1263,674	719,709 2188,872	2188,872	2188,872	7,236	8,216	Oke	2759,178	9,123	3	Oke	499027,541	1689844,745	4332,935	5,389	6	2045541,745	143330,541
78,744 140,025	111,292 169,410	430,342 632,479	400,659 632,479	719,709 1095,549	1095,549	1095,549	3,622	8,216	Oke	1052,604	3,480	3	Oke	139672,569	955876,738	2450,966	3,048	4	797108,9277	298440,380
99,395 92,160	111,292 381,981	400,659 1426,102	430,342 1426,102	719,709 2470,223	2470,223	2470,223	8,166	8,216	Oke	1073,688	3,549	3	Oke	149475,929	2320746,814	5950,633	7,401	8	1803618,314	666604,429
0,000 93,758	57,634 270,947	430,342 1011,562	0,000 1011,562	372,708 1752,178	1752,178	1752,178	5,791	8,216	Oke	2427,957	8,026	3	Oke	452124,979	1300052,791	3333,469	4,140	5	1560908,757	185209,013
98,430 93,166	268,896 75,685	1003,903 0,000	1003,903 565,126	1738,911 489,442	1752,178	1752,178	5,791	8,216	Oke	1937,376	6,405	3	Oke	372103,624	1380074,146	3538,652	4,401	5	1462776,62	289401,149
35,383 140,025	236,302 160,389	1426,103 565,126	338,333 632,479	1528,133 1037,216	1528,133	1528,133	5,052	8,216	Oke	2965,683	9,804	3	Oke	526033,526	1002099,971	2569,487	3,196	4	1466208,526	61924,970
35,383 140,025	236,302 169,410	1426,103 632,479	338,333 632,479	1528,133 1095,549	1528,133	1528,133	5,052	8,216	Oke	2797,704	9,249	3	Oke	504110,590	1024022,966	2625,700	3,266	4	1435094,061	93039,435
35,383 0,000	236,302 84,795	1426,103 632,479	338,333 0,000	1528,133 547,775	1528,133	1528,133	5,052	8,216	Oke	3049,242	10,080	3	Oke	536605,361	991528,135	2542,380	3,162	4	1481686,017	46447,479
99,395 38,865	57,634 239,307	0,000 1011,562	430,342 775,987	372,708 1548,151	1548,151	1548,151	5,118	8,216	Oke	2053,863	6,790	3	Oke	392583,923	1155567,109	2962,993	3,685	4	1314307,604	233843,428
78,744 93,758	111,292 327,853	430,342 1436,475	400,659 1011,562	719,709 2126,183	2120,183	2120,183	7,009	8,216	Oke	2426,403	8,021	3	Oke	451893,870	1668289,385	4277,665	5,320	6	1894675,894	224507,361
78,744 92,160	107,316 355,640	400,659 1229,414	400,659 1426,103	694,001 2299,877	2299,877	2299,877	7,603	8,216	Oke	2532,81	8,373	3	Oke	467454,704	1832422,042	4698,518	5,844	6	2086004,934	213871,811
78,744 55,321	107,316 329,299	400,659 1229,414	400,659 1229,414	694,001 2129,530	2129,530	2129,530	7,040	8,216	Oke	2324,677	7,354	3	Oke	420817,217	1708712,535	4381,314	5,449	6	1851962,198	277567,554
78,744 92,160	107,316 381,981	400,659 1426,102	400,659 1426,102	694,001 2470,223	2470,223	2470,223	8,166	8,216	Oke	515,088	1,703	3	Not oke	0,000	2470222,743	6333,904	7,878	8	1636361,778	833660,965
0,000 93,758	53,638 298,899	400,659 1220,274	0,000 1011,562	347,001 1932,937	1932,937	1932,937	6,390	8,216	Oke	2055,459	6,795	3	Oke	392857,311	1540080,018	2948,923	4,912	5	1641346,886	291590,243
98,430 93,166	268,896 75,685	1003,903 0,000	1003,903 565,126	1738,911 489,442	1738,911	1738,911	5,748	8,216	Oke	1916,187	6,335	3	Oke	368255,840	1370655,592	3514,502	4,371	5	1447235,281	291676,151
94,074 140,025	268,057 160,389	1003,903 565,126	997,642 632,479	1733,489 1037,216	1733,489	1733,489	5,731	8,216	Oke	2775,36	9,175	3	Oke	501122,141	1232366,630	3159,914	3,930	4	1623251,482	110237,279
78,744 140,025	107,316 169,410	400,659 632,479	400,659 632,479	694,001 1095,549	1095,549	1095,549	3,622	8,216	Oke	578,487	1,912	3	Not oke	0,000	1095549,183	2809,100	3,494	4	734149,02	361400,163
94,074 93,138	268,057 160,384	1003,903 632,479	997,642 565,086	1733,489 1037,182	1733,489	1733,489	5,731	8,216	Oke	2620,401	8,662	3	Oke	479885,427	1253603,343	3214,368	3,998	4	1590991,53	142797,241
94,074 0,000	268,057 75,679	1003,903 565,086	997,642 0,000	1733,489 489,442	1733,489	1733,489	5,731	8,216	Oke	1948,175	6,441	3	Oke	374067,396	1359421,375	3485,696	4,335	5	1449464,515	284024,236

8,744	59,658	0,000	400,658	347,000	1334,151	1334,151	4,410	8,216	Oke	707,28	2,338	3	Not ok	0,000	1334151,369	3420,901	4,255	5	914968,8313	419782,538	1
5,859	206,300	770,229	770,229	1334,151																1	
4,818	108,480	400,659	400,389	701,562	1541,518	1541,518	5,096	8,216	Oke	622,083	2,056	3	Not ok	0,000	1541518,356	3952,611	4,916	5	1041147,664	500370,692	1
9,865	238,372	1003,903	775,987	1541,518																1	
6,872	142,773	409,389	656,695	923,309	1335,705	1335,705	4,410	8,216	Oke	404,649	1,338	3	Not ok	0,000	1335704,969	3424,885	4,260	5	866937,1244	468767,845	1
3,101	206,546	775,987	766,264	1335,705																1	
5,558	204,499	656,695	870,269	1322,465	1533,098	1533,098	5,068	8,216	Oke	495,201	1,637	3	Not ok	0,000	1533098,044	3931,021	4,889	5	1011882,061	521215,983	1
3,101	237,070	1003,903	766,264	1533,098																1	
0,000	115,699	863,906	0,000	748,268	1554,965	1554,965	5,140	8,216	Oke	772,779	2,555	3	Not ok	0,000	1554965,460	3987,091	4,999	5	1078633,173	476332,287	1
9,232	240,451	775,987	1019,430	1554,965																1	
3,101	205,244	766,264	766,264	1327,284	1327,284	1327,284	4,388	8,216	Oke	562,296	1,899	3	Not ok	0,000	1327283,537	3403,291	4,234	5	886833,9067	440449,630	1
5,550	87,674	0,000	654,651	566,877																1	
9,865	207,848	775,987	775,987	1344,125	1695,481	1695,481	5,605	8,216	Oke	927,171	3,065	3	Oke	51426,225	1644034,746	4215,525	5,243	6	1207834,133	487646,839	1
6,522	262,180	654,651	1363,010	1695,481																1	
9,865	207,848	775,987	775,987	1344,125	2326,599	2326,599	7,691	8,216	Oke	740,418	2,448	3	Not ok	0,000	2326599,036	5965,639	7,420	8	1604766,186	721832,850	1
2,425	359,772	1303,010	1383,382	2326,599																1	
9,865	207,848	775,987	775,987	1344,125	1344,125	1344,125	4,443	8,216	Oke	504,819	1,669	3	Not ok	0,000	1344125,356	3446,475	4,287	5	888722,4883	455402,867	1
0,000	89,111	665,381	0,000	576,270																1	
4,079	56,610	0,000	422,701	366,091	2113,503	2113,503	6,987	8,216	Oke	3381,759	11,179	3	Oke	576758,508	1536744,766	3940,371	4,901	5	2134448,476	-20945,202	-
9,338	326,820	1003,903	1436,420	2113,503																1	
0,000	56,610	422,701	0,000	366,091	1523,493	1523,493	5,036	8,216	Oke	143,661	0,475	3	Not ok	0,000	1523492,615	2906,391	4,859	5	940624,8381	582867,776	1
0,714	235,584	766,264	992,813	1523,493																1	
4,079	56,610	0,000	422,701	366,091	1940,853	1940,853	6,416	8,216	Oke	228,312	0,755	3	Not ok	0,000	1940853,268	4976,547	6,190	7	1218223,487	722629,781	1
3,738	300,123	1229,414	1011,562	1940,853																1	
0,000	56,610	422,701	0,000	366,091	1334,151	1334,151	4,410	8,216	Oke	347,907	1,150	3	Not ok	0,000	1334151,369	3420,901	4,255	5	856752,7125	477398,657	1
5,859	206,300	770,229	770,229	1334,151																1	
3,101	205,775	770,230	766,264	1330,719	1330,719	1330,719	4,399	8,216	Oke	249,942	0,826	3	Not ok	0,000	1330718,698	3412,099	4,244	5	838746,6724	491972,025	1
9,395	57,633	0,000	430,341	372,708																1	
3,101	205,244	766,264	766,264	1327,283	1327,283	1327,283	4,388	8,216	Oke	256,641	0,848	3	Not ok	0,000	1327283,412	3403,291	4,233	5	837659,1797	489624,233	1
0,000	57,633	430,341	0,000	372,708																1	
3,101	205,775	770,230	766,264	1330,719	1330,719	1330,719	4,399	8,216	Oke	228,291	0,755	3	Not ok	0,000	1330719,258	3412,101	4,244	5	835254,7342	495464,524	1
4,818	54,827	0,000	409,389	354,561																1	
5,859	207,077	775,987	770,229	1339,139	1339,139	1339,139	4,427	8,216	Oke	206,346	0,682	3	Not ok	0,000	1339138,835	3433,689	4,271	5	836977,3549	502161,481	1
0,000	54,827	409,389	0,000	354,562																1	

314	X=40	Y=6	Z=8	G=308,314,1
315	X=4	Y=12	Z=8	
321	X=40	Y=12	Z=8	G=315,321,1
322	X=4	Y=18	Z=8	
328	X=40	Y=18	Z=8	G=322,328,1
329	X=4	Y=24	Z=8	
335	X=40	Y=24	Z=8	G=329,335,1
336	X=0	Y=18	Z=8	
337	X=0	Y=24	Z=8	
338	X=2	Y=18	Z=8	
339	X=2	Y=24	Z=8	
340	X=16	Y=21	Z=8	
341	X=22	Y=21	Z=8	
342	X=10	Y=21	Z=8	
343	X=6	Y=18	Z=8	
344	X=10	Y=15	Z=8	
345	X=4	Y=15	Z=8	
346	X=4	Y=21	Z=8	
347	X=16	Y=3	Z=8	
358	X=16	Y=18	Z=10	
359	X=16	Y=21	Z=10	
361	X=22	Y=18	Z=10	
362	X=22	Y=21	Z=10	
364	X=17.5	Y=24	Z=8	
365	X=19	Y=24	Z=8	
366	X=20.5	Y=24	Z=8	
367	X=16	Y=24	Z=10	
368	X=17.5	Y=24	Z=10	
369	X=19	Y=24	Z=10	
370	X=20.5	Y=24	Z=10	
371	X=22	Y=24	Z=10	
C LANTAI 3				
401	X=4	Y=0	Z=12	
407	X=40	Y=0	Z=12	G=401,407,1
408	X=4	Y=6	Z=12	
414	X=40	Y=6	Z=12	G=408,414,1
415	X=4	Y=12	Z=12	
421	X=40	Y=12	Z=12	G=415,421,1
422	X=4	Y=18	Z=12	
428	X=40	Y=18	Z=12	G=422,428,1
429	X=4	Y=24	Z=12	
435	X=40	Y=24	Z=12	G=429,435,1
436	X=0	Y=18	Z=12	
437	X=0	Y=24	Z=12	
438	X=2	Y=18	Z=12	
439	X=2	Y=24	Z=12	
440	X=16	Y=21	Z=12	
441	X=22	Y=21	Z=12	
442	X=10	Y=21	Z=12	
443	X=6	Y=18	Z=12	
444	X=4	Y=21	Z=12	
446	X=25	Y=0	Z=12	
449	X=25	Y=6	Z=12	
450	X=25	Y=18	Z=12	
451	X=25	Y=24	Z=12	
458	X=16	Y=18	Z=14	
459	X=16	Y=21	Z=14	
461	X=22	Y=18	Z=14	
462	X=22	Y=21	Z=14	
464	X=17.5	Y=24	Z=12	
465	X=19	Y=24	Z=12	
466	X=20.5	Y=24	Z=12	
467	X=16	Y=24	Z=14	
468	X=17.5	Y=24	Z=14	
469	X=19	Y=24	Z=14	
470	X=20.5	Y=24	Z=14	
471	X=22	Y=24	Z=14	
C LANTAI 4				
501	X=4	Y=0	Z=16	
507	X=40	Y=0	Z=16	G=501,507,1
508	X=4	Y=6	Z=16	

514	X=40	Y=6	Z=16	G=508,514,1
515	X=4	Y=12	Z=16	
521	X=40	Y=12	Z=16	G=515,521,1
522	X=4	Y=18	Z=16	
529	X=40	Y=18	Z=16	G=522,529,1
529	X=4	Y=24	Z=16	
535	X=40	Y=24	Z=16	G=529,535,1
536	X=0	Y=18	Z=16	
537	X=0	Y=24	Z=16	
538	X=2	Y=18	Z=16	
539	X=2	Y=24	Z=16	
540	X=16	Y=21	Z=16	
541	X=22	Y=21	Z=16	
542	X=18	Y=21	Z=16	
543	X=6	Y=18	Z=16	
544	X=10	Y=18	Z=16	
545	X=4	Y=18	Z=16	
546	X=4	Y=21	Z=16	
558	X=16	Y=18	Z=18	
559	X=16	Y=21	Z=18	
561	X=22	Y=18	Z=18	
562	X=22	Y=21	Z=18	
564	X=17.5	Y=24	Z=16	
565	X=19	Y=24	Z=16	
566	X=20.5	Y=24	Z=16	
567	X=16	Y=24	Z=18	
568	X=17.5	Y=24	Z=18	
569	X=19	Y=24	Z=18	
570	X=20.5	Y=24	Z=18	
571	X=22	Y=24	Z=18	
C LANTAI 5				
601	X=4	Y=0	Z=20	
607	X=40	Y=0	Z=20	G=601,607,1
608	X=4	Y=6	Z=20	
614	X=40	Y=6	Z=20	G=608,614,1
615	X=4	Y=12	Z=20	
621	X=40	Y=12	Z=20	G=615,621,1
622	X=4	Y=18	Z=20	
628	X=40	Y=18	Z=20	G=622,628,1
629	X=4	Y=24	Z=20	
635	X=40	Y=24	Z=20	G=629,635,1
636	X=0	Y=18	Z=20	
637	X=0	Y=24	Z=20	
638	X=2	Y=18	Z=20	
639	X=2	Y=24	Z=20	
640	X=16	Y=21	Z=20	
641	X=22	Y=21	Z=20	
642	X=10	Y=21	Z=20	
643	X=6	Y=18	Z=20	
644	X=10	Y=18	Z=20	
645	X=4	Y=18	Z=20	
646	X=4	Y=21	Z=20	
647	X=22	Y=18	Z=20	
648	X=28	Y=18	Z=20	
649	X=28	Y=9	Z=20	
650	X=22	Y=9	Z=20	
658	X=18	Y=18	Z=22	
659	X=16	Y=21	Z=22	
661	X=22	Y=18	Z=22	
662	X=22	Y=21	Z=22	
664	X=17.5	Y=24	Z=20	
665	X=19	Y=24	Z=20	
666	X=20.5	Y=24	Z=20	
667	X=16	Y=24	Z=22	
668	X=17.5	Y=24	Z=22	
669	X=19	Y=24	Z=22	
670	X=20.5	Y=24	Z=22	
671	X=22	Y=24	Z=22	
C LANTAI 6				
701	X=4	Y=0	Z=24	
707	X=40	Y=0	Z=24	G=701,707,1

708	X=4	Y=8	Z=24	
711	X=40	Y=8	Z=24	G=708,711,1
715	X=4	Y=12	Z=24	
721	X=40	Y=12	Z=24	G=715,721,1
722	X=4	Y=18	Z=24	
728	X=40	Y=18	Z=24	G=722,728,1
729	X=4	Y=24	Z=24	
735	X=40	Y=24	Z=24	G=729,735,1
736	X=0	Y=18	Z=24	
737	X=0	Y=24	Z=24	
738	X=2	Y=18	Z=24	
739	X=2	Y=24	Z=24	
740	X=16	Y=21	Z=24	
741	X=22	Y=21	Z=24	
742	X=10	Y=21	Z=24	
743	X=6	Y=18	Z=24	
744	X=10	Y=15	Z=24	
745	X=4	Y=15	Z=24	
746	X=4	Y=21	Z=24	
748	X=28	Y=15	Z=24	
758	X=16	Y=18	Z=26	
759	X=16	Y=21	Z=26	
761	X=22	Y=18	Z=26	
762	X=22	Y=21	Z=26	
764	X=17.5	Y=24	Z=24	
765	X=19	Y=24	Z=24	
766	X=20.5	Y=24	Z=24	
767	X=16	Y=24	Z=26	
768	X=17.5	Y=24	Z=26	
769	X=19	Y=24	Z=26	
770	X=20.5	Y=24	Z=26	
771	X=22	Y=24	Z=26	
C LANTAI 7				
802	X=10	Y=0	Z=28	
806	X=34	Y=0	Z=28	G=802,806,1
808	X=4	Y=8	Z=28	
814	X=40	Y=8	Z=28	G=808,814,1
815	X=4	Y=12	Z=28	
816	X=10	Y=12	Z=28	
820	X=34	Y=12	Z=28	
821	X=40	Y=12	Z=28	
822	X=4	Y=18	Z=28	
828	X=40	Y=18	Z=28	G=822,828,1
829	X=4	Y=24	Z=28	
834	X=34	Y=24	Z=28	G=829,834,1
836	X=0	Y=18	Z=28	
837	X=0	Y=24	Z=28	
838	X=2	Y=18	Z=28	
839	X=2	Y=24	Z=28	
840	X=16	Y=21	Z=28	
841	X=22	Y=21	Z=28	
864	X=17.5	Y=24	Z=28	
865	X=19	Y=24	Z=28	
866	X=20.5	Y=24	Z=28	
C MASTER JOINTS				
C PUSAT MASSA				
1	X=22.860	Y=12.652	Z=4	
2	X=21.183	Y=12.426	Z=8	
3	X=16.682	Y=13.214	Z=12	
4	X=15.411	Y=11.826	Z=16	
5	X=13.927	Y=11.615	Z=20	
6	X=20.416	Y=12.838	Z=24	
7	X=19.662	Y=14.499	Z=28	
C EKSENTRISITAS ARAH X				
11	X=19.310	Y=6.8705	Z=4	
12	X=19.199	Y=6.4870	Z=8	
13	X=19.199	Y=7.6790	Z=12	
14	X=19.199	Y=5.5670	Z=16	
15	X=19.199	Y=5.2506	Z=20	
16	X=19.199	Y=7.085	Z=24	
17	X=18.616	Y=14.3495	Z=28	

C EKSENTRISITAS ARAH Y

18	X=28.633	Y=20.215	Z=4
19	X=24.385	Y=20.258	Z=8
20	X=25.130	Y=20.258	Z=12
21	X=26.892	Y=20.258	Z=16
22	X=26.218	Y=20.258	Z=20
23	X=23.138	Y=20.258	Z=24
24	X=22.879	Y=17.076	Z=28

RESTRAINTS

101,137,1	R=1,1,1,1,1,1
140,141,1	R=1,1,1,1,1,1
1,7,1	R=0,0,1,1,1,0
11,17,1	R=0,0,1,1,1,0
19,24,1	R=0,0,1,1,1,0

FRAME

NM=4 NL=91 I=-1 NSEC=3

1	B=0.3	D=0.6	E=2.1E6	W=2.400*0.3*0.6	:BALOK MEMANJANG
2	B=0.3	D=0.6	E=2.1E6	W=2.400*0.3*0.6	:BALOK MELINTANG
3	B=0.6	D=0.6	E=2.1E6	W=2.400*0.6*0.6	:KOLOM
4	B=0.4	D=0.8	E=2.1E6	W=2.400*0.4*0.8	:BALOK MELINTANG

C LANTAI 1

C BEBAN MATI MEMANJANG

1	WG=0,0,-1.000
2	WG=0,0,-1.801625
3	WG=0,0,-1.40325

C BEBAN HIDUP MEMANJANG

4	WG=0,0,-0.550
5	WG=0,0,-1.100

C BEBAN MATI MELINTANG

6	WG=0,0,-1.4375	PLD=3,-4.80975,0
7	WG=0,0,-0.8745	PLD=3,-9.6195,0
8	WG=0,0,-1.166	
9	WG=0,0,-0.983813	

C BEBAN HIDUP MELINTANG

10	WG=0,0,-0.300	PLD=3,-3.300,0
11	WG=0,0,-0.600	PLD=3,-6.600,0
12	WG=0,0,-0.800	
13	WG=0,0,-0.675	

C LANTAI 2

C BEBAN MATI MEMANJANG

14	WG=0,0,-1.537625
15	WG=0,0,-1.07525
16	WG=0,0,-2.07525
17	WG=0,0,-0.52134
18	WG=0,0,-0.26067

C BEBAN HIDUP MEMANJANG

19	WG=0,0,-0.4875
20	WG=0,0,-1.375
21	WG=0,0,-0.66666
22	WG=0,0,-0.33333

C BEBAN MATI MELINTANG

23	WG=0,0,-1.391	PLD=3,-6.22575,0
24	WG=0,0,-0.391	
25	WG=0,0,-0.332074	
26	WG=0,0,-0.666148	
27	WG=0,0,-0.714074	
28	WG=0,0,-1.5865	PLD=3,-9.4515,0
29	WG=0,0,-1.5865	PLD=3,-9.4515,0
30	WG=0,0,-0.781	
31	WG=0,0,-1.5865	
32	WG=0,0,-0.610	PLD=3,-3.22575,0

C BEBAN HIDUP MELINTANG

33	WG=0,0,-0.500	PLD=3,-4.125,0
34	WG=0,0,-0.500	
35	WG=0,0,-0.27778	
36	WG=0,0,-0.55556	
37	WG=0,0,-0.77778	
38	WG=0,0,-0.750	PLD=3,-8.250,0
39	WG=0,0,-0.750	

40 WG=0,0,-0.5865 PLD=3,-6.4515,0
 C LANTAI 3
 C BEBAN MATI MEMANJANG
 41 WG=0,0,-1.266667
 42 WG=0,0,-0.400
 C BEBAN HIDUP MEMANJANG
 43 WG=0,0,-0.530
 44 WG=0,0,-1.100
 45 WG=0,0,-0.166667
 46 WG=0,0,-0.250
 C BEBAN MATI MELINTANG
 47 WG=0,0,-1.58650 PLD=3,-3.22575,0
 48 WG=0,0,-1.391
 49 WG=0,0,-1.58650 PLD=3,-6.4515,0
 50 WG=0,0,-0.58650 PLD=3,-4.39275,0
 51 WG=0,0,-0.58650
 C BEBAN HIDUP MELINTANG
 52 WG=0,0,-0.400 PLD=3,-3.300,0
 53 WG=0,0,-0.600 PLD=3,-6.600,0
 54 WG=0,0,-0.681481
 55 WG=0,0,-0.740741
 56 WG=0,0,-0.7315
 57 WG=0,0,-0.400
 C LANTAI 4
 C BEBAN MATI MEMANJANG
 58 WG=0,0,-1.16667
 59 WG=0,0,-1.33333
 C BEBAN HIDUP MEMANJANG
 60 WG=0,0,-0.34375
 61 WG=0,0,-0.33333
 62 WG=0,0,-0.16667
 C BEBAN MATI MELINTANG
 63 WG=0,0,-1.29325 PLD=3,-3.22575,0
 64 WG=0,0,-1.391
 65 WG=0,0,-1.33307
 66 WG=0,0,-0.66615
 67 WG=0,0,-0.72407
 68 WG=0,0,-0.5865 PLD=3,-6.45150,0
 69 WG=0,0,-0.391
 70 WG=0,0,-1.391
 71 WG=0,0,-1.5865 PLD=3,-6.45150,0
 C BEBAN HIDUP MELINTANG
 72 WG=0,0,-0.1975 PLD=3,-2.0625,0
 73 WG=0,0,-0.375 PLD=3,-4.125,0
 74 WG=0,0,-0.250
 75 WG=0,0,-0.19444
 76 WG=0,0,-0.38889
 77 WG=0,0,-0.41444
 78 WG=0,0,-0.500
 C LANTAI 5
 C BEBAN MATI MELINTANG
 79 WG=0,0,-1.5865 PLD=3,-9.4515,0
 80 WG=0,0,-1.782
 C LANTAI 7
 C BEBAN MATI MEMANJANG
 81 WG=0,0,-1.49088
 82 WG=0,0,-0.49088
 83 WG=0,0,-0.98173
 84 WG=0,0,-0.080
 C BEBAN HIDUP MEMANJANG
 85 WG=0,0,-0.165
 86 WG=0,0,-0.330
 C BEBAN MATI MELINTANG
 87 WG=0,0,-1.26775 PLD=3,-2.94525,0
 88 WG=0,0,-0.5358 PLD=3,-5.8905,0
 89 WG=0,0,-0.16775 PLD=3,-2.94525,0
 C BEBAN HIDUP MELINTANG
 90 WG=0,0,-0.090 PLD=3,-0.990,0
 91 WG=0,0,-0.180 PLD=3,-1.980,0
 C BEBAN ARAM MEMANJANG LANTAI 1
 200,201,202 NM=1 LP=2,0 NSL=1,4 MS=1,1 G=2,12,14,14,0,0

201,202,203	NM=1	LP=2,0	NSL=2,4	MS=1,1	G=4,1,1,1,0,0
207,208,210	NM=1	LP=2,0	NSL=2,5	MS=1,1	G=4,1,1,1,0,0
213,214,217	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	G=4,1,1,1,0,0
219,223,224	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	
221,225,226	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	G=2,1,1,1,0,0
225,230,231	NM=1	LP=2,0	NSL=2,4	MS=1,1	
227,232,233	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	G=2,1,1,1,0,0
231,237,239	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	
232,239,239	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	
233,236,238	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	
234,238,239	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=1,1	
C BEBAN ARAH MELINTANG LANTAI 1					
231,201,208	NM=1	LP=3,0	NSL=1,0	MS=1,1	G=3,7,7,7,0,0
233,202,209	NM=2	LP=3,0	NSL=6,10	MS=1,1	G=3,7,7,7,0,0
234,203,210	NM=2	LP=3,0	NSL=7,11	MS=1,1	G=2,7,7,7,0,0
235,204,211	NM=2	LP=3,0	NSL=7,11	MS=1,1	G=2,7,7,7,0,0
236,205,212	NM=2	LP=3,0	NSL=7,11	MS=1,1	G=3,7,7,7,0,0
237,206,213	NM=2	LP=3,0	NSL=7,11	MS=1,1	G=3,7,7,7,0,0
238,207,214	NM=2	LP=3,0	NSL=6,10	MS=1,1	G=3,7,7,7,0,0
240,236,237	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=1,1	
C BEBAN ARAH MEMANJANG LANTAI 2					
300,301,302	NM=1	LP=2,0	NSL=14,19	MS=2,2	G=5,1,1,1,0,0
306,308,309	NM=1	LP=2,0	NSL=15,20	MS=2,2	
307,309,310	NM=1	LP=2,0	NSL=16,20	MS=2,2	
308,310,311	NM=1	LP=2,0	NSL=15,20	MS=2,2	G=3,1,1,1,0,0
312,315,316	NM=1	LP=2,0	NSL=16,20	MS=2,2	
313,316,317	NM=1	LP=2,0	NSL=15,20	MS=2,2	G=4,1,1,1,0,0
319,323,324	NM=1	LP=2,0	NSL=15,20	MS=2,2	
321,325,326	NM=1	LP=2,0	NSL=15,20	MS=2,2	G=2,1,1,1,0,0
324,329,330	NM=1	LP=2,0	NSL=14,19	MS=2,2	G=1,1,1,1,0,0
327,332,333	NM=1	LP=2,0	NSL=14,19	MS=2,2	G=2,1,1,1,0,0
334,322,343	NM=1	LP=2,0	NSL=17,21	MS=2,2	
339,337,339	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=2,2	
370,339,329	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=2,2	
367,336,338	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=2,2	
368,338,322	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=2,2	
C BEBAN ARAH MELINTANG LANTAI 2					
332,301,308	NM=2	LP=3,0	NSL=23,33	MS=2,2	G=1,7,7,7,0,0
346,315,345	NM=2	LP=3,0	NSL=24,34	MS=2,2	
371,345,322	NM=2	LP=3,0	NSL=25,35	MS=2,2	
372,322,346	NM=2	LP=3,0	NSL=26,36	MS=2,2	
373,346,329	NM=2	LP=3,0	NSL=27,37	MS=2,2	
333,302,309	NM=2	LP=3,0	NSL=28,38	MS=2,2	
340,309,316	NM=2	LP=3,0	NSL=29,38	MS=2,2	
365,316,344	NM=2	LP=3,0	NSL=30,1	MS=2,2	
366,344,323	NM=2	LP=3,0	NSL=24,34	MS=2,2	
354,323,342	NM=2	LP=3,0	NSL=24,34	MS=2,2	
361,342,320	NM=2	LP=3,0	NSL=30,1	MS=2,2	
334,303,347	NM=2	LP=3,0	NSL=31,1	MS=2,2	
374,347,310	NM=2	LP=3,0	NSL=30,1	MS=2,2	
341,310,317	NM=2	LP=3,0	NSL=29,38	MS=2,2	G=1,7,7,7,0,0
335,304,311	NM=2	LP=3,0	NSL=40,38	MS=2,2	G=2,7,7,7,0,0
336,305,312	NM=2	LP=3,0	NSL=40,38	MS=2,2	G=3,7,7,7,0,0
337,306,313	NM=2	LP=3,0	NSL=40,38	MS=2,2	G=3,7,7,7,0,0
338,307,314	NM=2	LP=3,0	NSL=23,33	MS=2,2	G=3,7,7,7,0,0
360,336,337	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=2,2	
C BEBAN ARAH MEMANJANG LANTAI 3					
403,401,402	NM=1	LP=2,0	NSL=1,0	MS=3,3	
421,422,423	NM=1	LP=2,0	NSL=14,4	MS=3,3	G=1,1,1,1,0,0
474,404,448	NM=1	LP=2,0	NSL=42,46	MS=3,3	
475,448,405	NM=1	LP=2,0	NSL=1,0	MS=3,3	
404,405,406	NM=1	LP=2,0	NSL=1,0	MS=3,3	G=1,1,1,1,0,0
407,409,410	NM=1	LP=2,0	NSL=15,5	MS=3,3	G=1,1,1,1,0,0
409,411,449	NM=1	LP=2,0	NSL=42,46	MS=3,3	
412,415,416	NM=1	LP=2,0	NSL=3,0	MS=3,3	
413,416,417	NM=1	LP=2,0	NSL=16,5	MS=3,3	
414,417,418	NM=1	LP=2,0	NSL=15,5	MS=3,3	
419,423,424	NM=1	LP=2,0	NSL=15,5	MS=3,3	
421,425,450	NM=1	LP=2,0	NSL=42,46	MS=3,3	
424,429,430	NM=1	LP=2,0	NSL=14,4	MS=3,3	G=1,1,1,1,0,0
476,432,481	NM=1	LP=2,0	NSL=42,26	MS=3,3	

477,481,433	NM=1	LP=3,0	NSL=1,0	MS=3,3	
478,433,434	NM=1	LP=2,0	NSL=1,0	MS=3,3	G=1,1,1,1,0,0
484,422,443	NM=1	LP=2,0	NSL=41,45	MS=3,3	
469,437,439	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=3,3	
470,439,429	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=3,3	
467,436,439	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=3,3	
468,438,422	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=3,3	
C BEBAN ARAH MELINTANG LANTAI 3					
432,401,406	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=3,3	G=2,7,7,7,0,0
472,422,426	NM=2	LP=3,0	NSL=48,54	MS=3,3	
473,446,429	NM=2	LP=3,0	NSL=56,65	MS=3,3	
433,402,409	NM=2	LP=3,0	NSL=47,52	MS=3,3	G=2,7,7,7,0,0
434,423,442	NM=2	LP=3,0	NSL=31,57	MS=3,3	
461,442,430	NM=2	LP=3,0	NSL=51,57	MS=3,3	
434,403,410	NM=2	LP=3,0	NSL=49,53	MS=3,3	G=2,7,7,7,0,0
435,404,411	NM=2	LP=3,0	NSL=50,54	MS=3,3	
442,411,418	NM=2	LP=3,0	NSL=47,52	MS=3,3	G=1,7,7,7,0,0
438,407,414	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=3,3	G=3,7,7,7,0,0
460,436,437	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=3,3	
C BEBAN ARAH MEMANJANG LANTAI 4					
500,501,502	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=4,4	G=3,1,1,1,0,0
506,508,509	NM=1	LP=2,0	NSL=13,19	MS=4,4	G=2,1,1,1,0,0
509,511,512	NM=4	LP=2,0	NSL=14,60	MS=4,4	G=2,1,1,1,0,0
512,515,516	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=4,4	G=1,1,1,1,0,0
514,517,518	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=4,4	
515,501,503	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=4,4	
516,519,520	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=4,4	G=1,1,1,1,0,0
564,522,543	NM=1	LP=2,0	NSL=59,61	MS=4,4	
519,523,524	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=4,4	
521,525,526	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=4,4	G=2,1,1,1,0,0
524,529,530	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=4,4	G=1,1,1,1,0,0
527,532,533	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=4,4	G=2,1,1,1,0,0
569,537,539	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=4,4	
570,539,529	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=4,4	
567,536,538	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=4,4	
568,538,522	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=4,4	
C BEBAN ARAH MELINTANG LANTAI 4					
532,501,508	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=4,4	G=1,7,7,7,0,0
546,515,545	NM=2	LP=3,0	NSL=84,74	MS=4,4	
571,545,522	NM=2	LP=3,0	NSL=65,75	MS=4,4	
572,522,546	NM=2	LP=3,0	NSL=66,76	MS=4,4	
579,546,529	NM=2	LP=3,0	NSL=67,74	MS=4,4	
533,502,509	NM=2	LP=3,0	NSL=68,73	MS=4,4	G=1,7,7,7,0,0
565,516,544	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=4,4	
566,544,523	NM=2	LP=3,0	NSL=70,74	MS=4,4	
584,523,542	NM=2	LP=3,0	NSL=70,74	MS=4,4	
561,542,520	NM=2	LP=3,0	NSL=69,73	MS=4,4	
534,503,510	NM=2	LP=3,0	NSL=68,73	MS=4,4	G=1,7,7,7,0,0
548,517,524	NM=2	LP=3,0	NSL=71,73	MS=4,4	
530,504,511	NM=2	LP=3,0	NSL=68,73	MS=4,4	G=2,7,7,7,0,0
536,505,512	NM=4	LP=3,0	NSL=68,73	MS=4,4	
543,513,519	NM=4	LP=3,0	NSL=68,73	MS=4,4	G=1,7,7,7,0,0
557,516,533	NM=4	LP=3,0	NSL=71,73	MS=4,4	
537,506,513	NM=4	LP=3,0	NSL=68,73	MS=4,4	G=1,21,21,21,0,0
544,513,520	NM=4	LP=3,0	NSL=68,73	MS=4,4	G=1,7,7,7,0,0
538,507,514	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=4,4	G=3,7,7,7,0,0
560,536,537	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=4,4	
C BEBAN ARAH MEMANJANG LANTAI 5					
600,601,602	NM=1	LP=2,0	NSL=14,61	MS=5,5	G=5,1,1,1,0,0
606,608,609	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=5,5	G=2,1,1,1,0,0
609,611,612	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=5,5	G=2,1,1,1,0,0
612,615,616	NM=1	LP=2,0	NSL=16,19	MS=5,5	G=1,1,1,1,0,0
614,617,618	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=5,5	
615,618,619	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=5,5	
616,619,620	NM=4	LP=2,0	NSL=16,19	MS=5,5	G=1,1,1,1,0,0
664,622,643	NM=1	LP=2,0	NSL=59,61	MS=5,5	
619,623,624	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=5,5	
621,625,626	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=5,5	G=2,1,1,1,0,0
624,629,630	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=5,5	G=1,1,1,1,0,0
627,632,633	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=5,5	G=2,1,1,1,0,0
669,637,639	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=5,5	

670,633,629	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=5,5	
667,636,632	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=5,5	
668,639,622	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=5,5	
C BEBAN ARAH MELINTANG LANTAI 5					
631,601,608	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=5,5	G=1,7,7,7,0,0
648,615,645	NM=2	LP=3,0	NSL=64,74	MS=5,5	
671,645,622	NM=2	LP=3,0	NSL=65,75	MS=5,5	
672,622,646	NM=2	LP=3,0	NSL=66,76	MS=5,5	
673,646,629	NM=2	LP=3,0	NSL=67,74	MS=5,5	
633,602,609	NM=2	LP=3,0	NSL=68,72	MS=5,5	G=1,7,7,7,0,0
665,616,644	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=5,5	
666,644,623	NM=2	LP=3,0	NSL=70,74	MS=5,5	
654,623,642	NM=2	LP=3,0	NSL=70,74	MS=5,5	
661,642,632	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=5,5	
634,603,610	NM=2	LP=3,0	NSL=71,73	MS=5,5	G=1,14,14,14,0,0
641,610,617	NM=2	LP=3,0	NSL=79,73	MS=5,5	
635,604,611	NM=2	LP=3,0	NSL=71,73	MS=5,5	
642,611,650	NM=2	LP=3,0	NSL=80,78	MS=5,5	
677,650,618	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=5,5	
649,618,647	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=5,5	
674,647,625	NM=2	LP=3,0	NSL=80,78	MS=5,5	
636,605,612	NM=4	LP=3,0	NSL=71,73	MS=5,5	G=1,21,21,21,0,0
643,612,649	NM=4	LP=3,0	NSL=80,78	MS=5,5	
676,649,619	NM=4	LP=3,0	NSL=69,78	MS=5,5	
650,619,648	NM=4	LP=3,0	NSL=69,78	MS=5,5	
675,648,626	NM=4	LP=3,0	NSL=80,78	MS=5,5	
637,606,613	NM=4	LP=3,0	NSL=68,72	MS=5,5	G=1,21,21,21,0,0
644,613,620	NM=4	LP=3,0	NSL=68,72	MS=5,5	G=1,7,7,7,0,0
638,607,614	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=5,5	G=3,7,7,7,0,0
660,636,637	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=5,5	
C BEBAN ARAH MEMANJANG LANTAI 6					
700,701,702	NM=1	LP=2,0	NSL=1,0	MS=6,6	G=1,5,5,5,0,0
701,702,703	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=6,6	G=3,1,1,1,0,0
706,708,709	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=6,6	G=1,5,5,5,0,0
707,709,710	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=6,6	G=1,1,1,1,0,0
709,711,712	NM=4	LP=2,0	NSL=16,19	MS=6,6	G=1,1,1,1,0,0
712,715,716	NM=1	LP=2,0	NSL=16,19	MS=6,6	G=2,1,1,1,0,0
715,718,719	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=6,6	G=1,1,1,1,0,0
717,720,721	NM=4	LP=2,0	NSL=15,19	MS=6,6	
764,722,743	NM=1	LP=2,0	NSL=59,64	MS=6,6	
719,723,724	NM=1	LP=2,0	NSL=15,19	MS=6,6	
721,725,726	NM=1	LP=2,0	NSL=16,19	MS=6,6	G=1,1,1,1,0,0
723,727,728	NM=4	LP=2,0	NSL=14,6	MS=6,6	
724,729,730	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=6,6	G=1,1,1,1,0,0
727,732,733	NM=1	LP=2,0	NSL=14,60	MS=6,6	G=1,1,1,1,0,0
729,734,735	NM=1	LP=2,0	NSL=1,0	MS=6,6	
769,737,739	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=6,6	
770,739,729	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=6,6	
767,736,738	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=6,6	
768,738,722	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=6,6	
C BEBAN ARAH MELINTANG LANTAI 6					
732,701,708	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=6,6	G=1,5,5,5,0,0
739,708,715	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=6,6	
746,715,748	NM=2	LP=3,0	NSL=64,74	MS=6,6	
771,745,722	NM=2	LP=3,0	NSL=65,75	MS=6,6	
772,722,748	NM=2	LP=3,0	NSL=66,76	MS=6,6	
773,748,729	NM=2	LP=3,0	NSL=67,74	MS=6,6	
733,702,709	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=6,6	
740,709,716	NM=2	LP=3,0	NSL=71,73	MS=6,6	
765,716,744	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=6,6	
766,744,713	NM=2	LP=3,0	NSL=70,74	MS=6,6	
754,723,743	NM=2	LP=3,0	NSL=70,74	MS=6,6	
761,743,730	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=6,6	
734,703,710	NM=2	LP=3,0	NSL=68,72	MS=6,6	G=2,7,7,7,0,0
735,704,711	NM=2	LP=3,0	NSL=71,73	MS=6,6	G=1,7,7,7,0,0
749,719,725	NM=2	LP=3,0	NSL=69,78	MS=6,6	
736,705,712	NM=4	LP=3,0	NSL=68,72	MS=6,6	
737,706,713	NM=4	LP=3,0	NSL=63,72	MS=6,6	
743,712,719	NM=4	LP=3,0	NSL=71,73	MS=6,6	
750,719,748	NM=4	LP=3,0	NSL=69,78	MS=6,6	
775,745,726	NM=2	LP=3,0	NSL=80,78	MS=6,6	

757,726,733	NM=4	LP=3,0	NSL=68,78	MS=6,6	
744,713,720	NM=4	LP=3,0	NSL=68,78	MS=6,6	G=1,7,7,7,0,0
758,717,734	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=6,6	
745,714,721	NM=2	LP=3,0	NSL=63,72	MS=6,6	G=1,7,7,7,0,0
759,724,739	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=6,6	
760,738,737	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=6,6	
C BEBAN ARAH MEMANJANG LANTAI ATAP					
801,802,803	NM=1	LP=2,0	NSL=81,85	MS=7,7	G=3,1,1,1,0,0
806,808,809	NM=1	LP=2,0	NSL=81,85	MS=7,7	G=1,5,5,5,0,0
807,808,810	NM=1	LP=2,0	NSL=81,85	MS=7,7	G=3,1,1,1,0,0
812,813,816	NM=1	LP=2,0	NSL=82,84	MS=7,7	G=1,5,5,5,0,0
818,822,823	NM=1	LP=2,0	NSL=82,84	MS=7,7	
819,823,824	NM=1	LP=2,0	NSL=82,85	MS=7,7	
821,828,826	NM=1	LP=2,0	NSL=82,85	MS=7,7	G=1,1,1,1,0,0
823,827,838	NM=1	LP=2,0	NSL=81,85	MS=7,7	
824,829,830	NM=1	LP=2,0	NSL=81,85	MS=7,7	G=1,1,1,1,0,0
827,832,833	NM=1	LP=2,0	NSL=81,85	MS=7,7	G=1,1,1,1,0,0
869,837,838	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=7,7	
870,839,829	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=7,7	
867,826,838	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=7,7	
868,838,822	NM=1	LP=2,0	NSL=3,5	MS=7,7	
C BEBAN ARAH MELINTANG LANTAI ATAP					
833,802,809	NM=2	LP=3,0	NSL=87,90	MS=7,7	G=1,4,4,4,0,0
834,803,810	NM=2	LP=3,0	NSL=88,91	MS=7,7	G=2,1,1,1,0,0
839,809,815	NM=2	LP=3,0	NSL=87,90	MS=7,7	G=1,7,7,7,0,0
840,809,816	NM=2	LP=3,0	NSL=89,90	MS=7,7	G=1,7,7,7,0,0
844,813,820	NM=2	LP=3,0	NSL=89,90	MS=7,7	G=1,7,7,7,0,0
845,814,821	NM=2	LP=3,0	NSL=87,90	MS=7,7	G=1,7,7,7,0,0
853,822,829	NM=2	LP=3,0	NSL=89,90	MS=7,7	
854,823,830	NM=2	LP=3,0	NSL=89,91	MS=7,7	
857,826,838	NM=2	LP=3,0	NSL=89,91	MS=7,7	
858,827,834	NM=2	LP=3,0	NSL=87,90	MS=7,7	
860,836,837	NM=2	LP=3,0	NSL=1,0	MS=7,7	
C KOLOM LANTAI DASAR					
1001,101,201	NM=3	LP=3,0	MS=0,1	G=22,1,1,1,0,0	
1026,126,226	NM=3	LP=3,0	MS=0,1	G=4,1,1,1,0,0	
1033,133,233	NM=2	LP=3,0	MS=0,1	G=4,1,1,1,0,0	
C KOLOM LANTAI 1					
2001,201,301	NM=3	LP=3,0	MS=1,2	G=22,1,1,1,0,0	
2026,226,326	NM=3	LP=3,0	MS=1,2	G=4,1,1,1,0,0	
2033,233,333	NM=3	LP=3,0	MS=1,2	G=4,1,1,1,0,0	
C KOLOM LANTAI 2					
3001,301,401	NM=3	LP=3,0	MS=2,3	G=17,1,1,1,0,0	
3021,321,421	NM=3	LP=3,0	MS=2,3	G=2,1,1,1,0,0	
3026,326,426	NM=3	LP=3,0	MS=2,3	G=4,1,1,1,0,0	
3033,333,433	NM=3	LP=3,0	MS=2,3	G=4,1,1,1,0,0	
C KOLOM LANTAI 3					
4001,401,501	NM=3	LP=3,0	MS=3,4	G=17,1,1,1,0,0	
4021,421,521	NM=3	LP=3,0	MS=3,4	G=2,1,1,1,0,0	
4026,426,526	NM=3	LP=3,0	MS=3,4	G=4,1,1,1,0,0	
4033,433,533	NM=3	LP=3,0	MS=3,4	G=4,1,1,1,0,0	
C KOLOM LANTAI 4					
5001,501,601	NM=3	LP=3,0	MS=4,5	G=17,1,1,1,0,0	
5021,521,621	NM=3	LP=3,0	MS=4,5	G=2,1,1,1,0,0	
5026,526,626	NM=3	LP=3,0	MS=4,5	G=4,1,1,1,0,0	
5033,533,633	NM=3	LP=3,0	MS=4,5	G=4,1,1,1,0,0	
C KOLOM LANTAI 5					
6001,601,701	NM=3	LP=3,0	MS=5,6	G=17,1,1,1,0,0	
6021,621,721	NM=3	LP=3,0	MS=5,6	G=2,1,1,1,0,0	
6026,626,726	NM=3	LP=3,0	MS=5,6	G=4,1,1,1,0,0	
6033,633,733	NM=3	LP=3,0	MS=5,6	G=4,1,1,1,0,0	
C KOLOM LANTAI 6					
7001,701,801	NM=3	LP=3,0	MS=6,7	G=17,1,1,1,0,0	
7021,721,821	NM=3	LP=3,0	MS=6,7	G=2,1,1,1,0,0	
7026,726,826	NM=3	LP=3,0	MS=6,7	G=4,1,1,1,0,0	
7033,733,833	NM=3	LP=3,0	MS=6,7	G=4,1,1,1,0,0	
7030,730,830	NM=2	LP=3,0	MS=6,7	G=1,1,1,1,0,0	
7036,736,836	NM=3	LP=3,0	MS=6,7	G=1,1,1,1,0,0	

SHELL

NM=1 E=1


```

1 E=3.12E W=2.40E U=0.1E
C SHEAR WALL LANTAI DASAR
1 JQ=124,140,158,159 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
2 JQ=140,131,159,167 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
3 JQ=158,159,234,240 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
4 JQ=159,167,240,231 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
5 JQ=131,164,167,168 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
6 JQ=167,168,231,264 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
7 JQ=164,165,168,169 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
8 JQ=168,169,264,265 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
9 JQ=165,166,169,170 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
10 JQ=169,170,265,266 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
11 JQ=166,132,170,171 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
12 JQ=170,171,266,232 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
13 JQ=132,141,161,162 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
14 JQ=161,162,232,241 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
15 JQ=141,132,161,171 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
16 JQ=162,171,241,232 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
C SHEAR WALL LANTAI 1
17 JQ=224,240,258,259 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
18 JQ=240,231,258,267 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
19 JQ=258,259,324,340 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
20 JQ=259,267,340,331 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
21 JQ=331,264,267,268 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
22 JQ=267,268,331,364 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
23 JQ=264,265,268,269 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
24 JQ=268,269,364,365 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
25 JQ=265,266,269,270 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
26 JQ=269,270,365,366 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
27 JQ=266,232,270,271 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
28 JQ=270,271,366,332 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
29 JQ=232,241,261,262 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
30 JQ=241,262,325,241 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
31 JQ=241,232,262,271 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
32 JQ=262,271,341,332 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
C SHEAR WALL LANTAI 2
33 JQ=324,340,358,359 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
34 JQ=340,331,358,367 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
35 JQ=358,359,424,440 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
36 JQ=359,367,440,431 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
37 JQ=331,364,367,368 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
38 JQ=367,368,431,464 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
39 JQ=364,365,368,369 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
40 JQ=368,369,464,465 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
41 JQ=365,366,369,370 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
42 JQ=369,370,465,466 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
43 JQ=366,332,370,371 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
44 JQ=370,371,466,432 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
45 JQ=325,341,361,362 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
46 JQ=361,362,441,441 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
47 JQ=341,332,362,371 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
48 JQ=362,371,441,432 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
C SHEAR WALL LANTAI 3
49 JQ=424,440,458,459 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
50 JQ=440,431,458,467 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
51 JQ=458,459,524,540 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
52 JQ=459,467,540,531 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
53 JQ=431,464,467,468 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
54 JQ=467,468,531,564 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
55 JQ=464,465,468,469 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
56 JQ=468,469,564,565 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
57 JQ=465,466,469,470 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
58 JQ=469,470,565,566 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
59 JQ=466,432,470,471 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
60 JQ=470,471,566,532 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
61 JQ=432,441,461,462 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
62 JQ=441,462,525,541 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
63 JQ=441,432,462,471 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
64 JQ=462,471,541,532 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3
C SHEAR WALL LANTAI 4
65 JQ=524,540,558,559 M=1 ETYPE=0 TH=0.3,0.3

```


66	JQ=540,531,559,547	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
67	JQ=558,559,534,640	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
68	JQ=559,567,640,631	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
69	JQ=531,564,567,568	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
70	JQ=567,568,631,664	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
71	JQ=564,568,568,569	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
72	JQ=568,569,664,665	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
73	JQ=565,566,569,570	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
74	JQ=569,570,665,666	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
75	JQ=566,532,570,571	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
76	JQ=570,571,666,632	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
77	JQ=525,541,561,562	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
78	JQ=561,562,625,641	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
79	JQ=541,532,562,571	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
80	JQ=562,571,641,632	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
C SHEAR WALL LANTAI 5				
81	JQ=624,640,658,659	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
82	JQ=640,631,659,667	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
83	JQ=658,659,724,740	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
84	JQ=659,667,740,731	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
85	JQ=631,664,667,668	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
86	JQ=667,668,731,764	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
87	JQ=664,665,669,669	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
88	JQ=668,669,764,765	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
89	JQ=665,666,669,670	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
90	JQ=669,670,765,766	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
91	JQ=666,632,670,671	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
92	JQ=670,671,766,732	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
93	JQ=625,641,661,662	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
94	JQ=661,662,725,741	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
95	JQ=641,632,662,671	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
96	JQ=662,671,741,732	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
C SHEAR WALL LANTAI 6				
97	JQ=724,740,758,759	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
98	JQ=740,731,758,767	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
99	JQ=758,759,824,840	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
100	JQ=759,767,840,831	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
101	JQ=731,764,767,768	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
102	JQ=767,768,831,864	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
103	JQ=764,765,768,769	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
104	JQ=768,769,864,865	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
105	JQ=765,766,769,770	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
106	JQ=769,770,865,866	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
107	JQ=766,732,770,771	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
108	JQ=770,771,866,832	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
109	JQ=725,741,761,762	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
110	JQ=761,762,825,841	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
111	JQ=741,732,762,771	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3
112	JQ=762,771,841,832	M=1	ETYP=0	TH=0.3,0.3

LOADS

C BEBAN BALOK ANAK

C LANTAI 2

340,340,0	F=0,0,-8.09515	L=1
340,340,0	F=0,0,-8.140625	L=2
341,341,0	F=0,0,-7.875285	L=1
341,341,0	F=0,0,-3.9375	L=2
342,342,0	F=0,0,-4.898625	L=1
342,342,0	F=0,0,-6.1875	L=2
343,343,0	F=0,0,-2.267263	L=1
343,343,0	F=0,0,-2.61805	L=2
343,343,0	F=0,0,-0.666148	L=1
343,343,0	F=0,0,-0.55556	L=2
339,339,1	F=0,0,-0.593744	L=1
338,339,1	F=0,0,-0.61111	L=2
347,347,0	F=0,0,-9.4515	L=1
347,347,0	F=0,0,-8.250	L=2

C LANTAI 3

440,440,0	F=0,0,-8.09515	L=1
440,440,0	F=0,0,-8.8625	L=2
441,441,0	F=0,0,-7.875285	L=1

441,441,0	F=0,0,-3.9375	L=0
442,442,0	F=0,0,-4.939635	L=1
443,443,0	F=0,0,-4.950	L=1
443,443,0	F=0,0,-0.49961	L=1
443,443,0	F=0,0,-0.5112	L=0
438,438,1	F=0,0,-0.593744	L=1
438,438,1	F=0,0,-0.970893	L=2

C LANTAI 4

540,540,0	F=0,0,-8.09315	L=1
540,540,0	F=0,0,-3.250	L=2
541,541,0	F=0,0,-7.875285	L=1
541,541,0	F=0,0,-3.125	L=2
542,542,0	F=0,0,-8.25872	L=1
542,542,2	F=0,0,-4.38354	L=2
543,543,0	F=0,0,-4.71373	L=1
543,543,0	F=0,0,-1.45101	L=2
543,543,0	F=0,0,-0.99922	L=1
543,543,0	F=0,0,-0.6375	L=2
538,538,1	F=0,0,-0.925365	L=1
538,538,1	F=0,0,-0.80417	L=2

C LANTAI 5

640,640,0	F=0,0,-8.09315	L=1
640,640,0	F=0,0,-3.250	L=2
641,641,0	F=0,0,-7.875285	L=1
641,641,0	F=0,0,-3.125	L=2
642,642,2	F=0,0,-8.25872	L=1
642,642,2	F=0,0,-4.38354	L=2
643,643,0	F=0,0,-4.71373	L=1
643,643,0	F=0,0,-1.45101	L=2
643,643,0	F=0,0,-0.99922	L=1
643,643,0	F=0,0,-0.6375	L=2
638,638,1	F=0,0,-0.925365	L=1
638,638,1	F=0,0,-0.80417	L=2

C LANTAI 6

740,740,0	F=0,0,-8.09315	L=1
740,740,0	F=0,0,-3.250	L=2
741,741,0	F=0,0,-7.875285	L=1
741,741,0	F=0,0,-3.125	L=2
742,742,2	F=0,0,-8.25872	L=1
742,742,2	F=0,0,-4.38354	L=2
743,743,0	F=0,0,-4.71373	L=1
743,743,0	F=0,0,-1.45101	L=2
743,743,0	F=0,0,-0.99922	L=1
743,743,0	F=0,0,-0.6375	L=2
738,738,1	F=0,0,-0.925365	L=1
738,738,1	F=0,0,-0.80417	L=2

C BEBAN ATAP PADA KOLON

814,814,14	F=0,0,-3.359,0,0,0	L=1
814,814,14	F=0,0,-3.900,0,0,0	L=2
815,815,6	F=0,0,-3.505,0,0,0	L=1
809,809,4	F=0,0,-4.026,0,0,0	L=2
809,813,4	F=0,0,-5.138,0,0,0	L=0
809,813,4	F=0,0,-5.604,0,0,0	L=1
812,812,1	F=0,0,-5.161,0,0,0	L=1
812,812,1	F=0,0,-5.201,0,0,0	L=1
814,816,1	F=0,0,-5.191,0,0,0	L=1
824,826,1	F=0,0,-5.165,0,0,0	L=2
823,827,4	F=0,0,-5.138,0,0,0	L=1
823,827,4	F=0,0,-4.701,0,0,0	L=1
823,823,14	F=0,0,-3.359,0,0,0	L=1
808,810,14	F=0,0,-3.900,0,0,0	L=0

C BEBAN TANGGA DAN LIFT

161,171,10	F=0,0,-2.992,0,0,0	
264,264,0	F=0,0,-3.315,0,0,0	
261,271,10	F=0,0,-2.992,0,0,0	
364,364,0	F=0,0,-3.315,0,0,0	
361,371,10	F=0,0,-2.992,0,0,0	
464,464,0	F=0,0,-3.315,0,0,0	
461,471,10	F=0,0,-2.992,0,0,0	
564,564,0	F=0,0,-3.315,0,0,0	
561,571,10	F=0,0,-2.992,0,0,0	

664,664,0	F=0,0,-3.313,0,0,0
661,671,10	F=0,0,-2.993,0,0,0
764,764,0	F=0,0,-3.313,0,0,0
761,771,10	F=0,0,-2.993,0,0,0
864,864,0	F=0,0,-3.313,0,0,0

C BERAT LANTAI PADA DINDING GESER

C LANTAI 1

225,225,0	F=0,0,-1.186,0,0,0	L=1
225,225,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
232,232,0	F=0,0,-0.563,0,0,0	L=1
232,232,0	F=0,0,-0.400,0,0,0	L=2
241,241,0	F=0,0,-6.858,0,0,0	L=1
241,241,0	F=0,0,-4.500,0,0,0	L=2
224,224,0	F=0,0,-1.186,0,0,0	L=1
224,224,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
231,231,0	F=0,0,-1.701,0,0,0	L=1
231,231,0	F=0,0,-0.606,0,0,0	L=2
240,240,0	F=0,0,-6.668,0,0,0	L=1
240,240,0	F=0,0,-4.724,0,0,0	L=2

C LANTAI 2

325,325,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
325,325,0	F=0,0,-1.000,0,0,0	L=2
332,332,0	F=0,0,-0.301,0,0,0	L=1
332,332,0	F=0,0,-0.500,0,0,0	L=2
341,341,0	F=0,0,-7.624,0,0,0	L=1
341,341,0	F=0,0,-9.750,0,0,0	L=2
324,324,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
324,324,0	F=0,0,-1.000,0,0,0	L=2
331,331,0	F=0,0,-0.592,0,0,0	L=1
331,331,0	F=0,0,-0.758,0,0,0	L=2
340,340,0	F=0,0,-7.826,0,0,0	L=1
340,340,0	F=0,0,-10.006,0,0,0	L=2

C LANTAI 3

425,425,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
425,425,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
432,432,0	F=0,0,-0.391,0,0,0	L=1
432,432,0	F=0,0,-0.400,0,0,0	L=2
441,441,0	F=0,0,-7.624,0,0,0	L=1
441,441,0	F=0,0,-7.800,0,0,0	L=2
424,424,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
424,424,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
431,431,0	F=0,0,-0.592,0,0,0	L=1
431,431,0	F=0,0,-0.675,0,0,0	L=2
440,440,0	F=0,0,-7.826,0,0,0	L=1
440,440,0	F=0,0,-8.073,0,0,0	L=2

C LANTAI 4

525,525,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
525,525,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
532,532,0	F=0,0,-0.396,0,0,0	L=1
532,532,0	F=0,0,-0.250,0,0,0	L=2
541,541,0	F=0,0,-3.812,0,0,0	L=1
541,541,0	F=0,0,-4.875,0,0,0	L=2
524,524,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
524,524,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
531,531,0	F=0,0,-0.296,0,0,0	L=1
531,531,0	F=0,0,-0.370,0,0,0	L=2
540,540,0	F=0,0,-3.913,0,0,0	L=1
540,540,0	F=0,0,-5.003,0,0,0	L=2

C LANTAI 5

625,625,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
625,625,0	F=0,0,-0.500,0,0,0	L=2
632,632,0	F=0,0,-0.496,0,0,0	L=1
632,632,0	F=0,0,-0.250,0,0,0	L=2
641,641,0	F=0,0,-3.812,0,0,0	L=1
641,641,0	F=0,0,-4.875,0,0,0	L=2
624,624,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
624,624,0	F=0,0,-0.500,0,0,0	L=2
631,631,0	F=0,0,-0.296,0,0,0	L=1
631,631,0	F=0,0,-0.370,0,0,0	L=2
640,640,0	F=0,0,-3.913,0,0,0	L=1
640,640,0	F=0,0,-5.003,0,0,0	L=2

C LANTAI 6

723,723,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
723,723,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
731,731,0	F=0,0,-0.196,0,0,0	L=1
731,731,0	F=0,0,-0.212,0,0,0	L=2
741,741,0	F=0,0,-3.811,0,0,0	L=1
741,741,0	F=0,0,-4.875,0,0,0	L=2
724,724,0	F=0,0,-0.782,0,0,0	L=1
724,724,0	F=0,0,-0.800,0,0,0	L=2
731,731,0	F=0,0,-0.296,0,0,0	L=1
731,731,0	F=0,0,-0.379,0,0,0	L=2
740,740,0	F=0,0,-3.923,0,0,0	L=1
740,740,0	F=0,0,-5.203,0,0,0	L=2

C LANTAI 7

825,825,0	F=0,0,-0.714,0,0,0	L=1
825,825,0	F=0,0,-0.240,0,0,0	L=2
832,832,0	F=0,0,-0.357,0,0,0	L=1
832,832,0	F=0,0,-0.130,0,0,0	L=2
841,841,0	F=0,0,-6.962,0,0,0	L=1
841,841,0	F=0,0,-2.342,0,0,0	L=2
824,824,0	F=0,0,-0.714,0,0,0	L=1
824,824,0	F=0,0,-0.240,0,0,0	L=2
831,831,0	F=0,0,-0.602,0,0,0	L=1
831,831,0	F=0,0,-0.203,0,0,0	L=2
840,840,0	F=0,0,-7.207,0,0,0	L=1
840,840,0	F=0,0,-2.422,0,0,0	L=2

C GAYA TAMBAHAN YANG TIMBUL AKIBAT EKSENTRISITAS

11,11,0	F=348.942,0,0
18,18,0	F=0,-238.714,0
12,12,0	F=340.396,0,0
19,19,0	F=0,-221.631,0
13,13,0	F=288.381,0,0
20,20,0	F=0,-193.385,0
14,14,0	F=378.708,0,0
21,21,0	F=0,-178.001,0
18,18,0	F=206.288,0,0
22,22,0	F=0,-131.271,0
16,16,0	F=113.929,0,0
23,23,0	F=0,-78.7120,0
17,17,0	F=-41.000,0,0
24,24,0	F=0,-51.377,0

MASSER

1,1,0	M=140.673413,142.673413,0,0,0,29604.47989
2,2,0	M=73.909796,73.909796,0,0,0,13433.25693
3,3,0	M=71.261429,71.264429,0,0,0,32116.47344
4,4,0	M=50.627959,50.627959,0,0,0,9201.73537
5,5,0	M=56.673878,56.673878,0,0,0,10300.59343
6,6,0	M=57.730,57.730,0,0,0,11992.59301
7,7,0	M=14.386387,14.386387,0,0,0,2534.77531

SPDC

A=90	S=0.61	D=0.03
1	0.05	0.005*0.3
0.25	0.05	0.005*0.3
0.5	0.05	0.005*0.3
1	0.0417	0.0417*0.3
2	0.0250	0.0250*0.3
3	0.0251	0.0251*0.3

ROMBO

1	C=1,0	
2	C=0,1	
3	C=0,0	D=1
4	C=0,0	D=-1
5	C=1.2,1.6	
6	C=0.9,0	D=1
7	C=0.9,0	D=-1
8	C=1.05,0.5*1.05	D=1.05
9	C=1.05,0.5*1.05	D=-1.05

ANALISA TANGGA BAWAH
 PERANCANGAN GEDUNG KULIAH PEJUNJUR DON DANIALITRA JENJUR
 DANIEL PERSADAMAN MANIK
 3198.119.802

SYSTEM
 1=1

JOINTS
 1 X=0 Y=0
 2 X=3 Y=2
 3 X=4.5 Y=2

RESTRAINTS
 1,3,1 R=0,0,0,0,0,0
 1,1,0 R=1,1,1,1,1,0
 2,3,0 R=1,1,1,1,1,0

FRAME
 122=1 NL=1 L=1 NSID=3
 1 SH=0 T=0.15,1.375 L=2.57489
 1 WG=0,-1196.00,0 :BORDES
 2 WG=0,-1809.568,0 :TANGGA
 1,1,2 M=1 LB=1,0 NSL=2
 2,2,3 M=1 LB=1,0 NSL=1

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS INDONESIA - JURUSAN SIPIL PAGE 1
 PROGRAM:SAP90/FILE:tanggai.839

ANALISA TANGGA BAWAH

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	AXIAL DIST FORCE ENDF	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORSO
			SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1							
	1	-343.15					
		.0	2788.78	.00			
		.7	2008.15	1717.66			
		1.4	1231.53	2891.87			
		2.0	497.91	3502.64			
		2.9	-233.71	3609.97			
		3.6	-1009.33	3153.85			
2							
	1	.00					
		.0	-1213.07	3153.85			
		.3	-1863.87	2736.56			
		.6	-1914.67	2213.53			
		.9	-2040.47	1581.76			
		1.2	-2438.27	844.25			
		1.5	-2892.07	.00			